PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 15. — 1. August 1904. — 5. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 16 am 3. August 1904.

INHALT:

Originalmitteilungen:
H. Mache, Über die im Gasteiner Wasser enthaltene radioaktive Emanation. (Vorläufige Mitteilung.) S. 441.
E. F. Burton, Über die Natur der Strahlung gewöhnlicher Metalle. S. 444.
G. C. Schmidt, Über die Emanation des Phosphors. S. 445.
G. Lüdeling, Über eine Vorrichtung zur Registrierung der luftelektrischen Zerstreuung. S. 447.
H. Schering, Eine Verbesserung der Hartgummi-Isolatoren für luftelektrische Messungen. S. 451.
G. Seibt, Über den Zusammenhang zwischen dem direkt und dem induktiv gekoppelten Sendersystem für drahtlose Telegraphie. S. 452.
F. Koláček, Die ponderomotorischen Kräfte, welchen ein homogenes Dielektrikum in einem elektromagnetischen Felde unterworfen ist. (Antwort an Herrn R. Gans.) S. 455.
K. Ångström, Die Strahlung der Hefnerlampe. S. 456.
Th. E. Doubt, Die Wirkung der Lichtintensität auf die Lichtgeschwindigkeit. S. 457.
F. Pockels, Entgegnung auf die Bemerkungen des Herrn F. Ehrenhaft „Zur optischen Resonanz.“ S. 460.
M. Th. Edelmann, Zeitbestimmung für kleine Fallräume nach der Methode von Radacović. S. 461.
F. Florio, Neue Quecksilber-Luftpumpen. S. 462.
A. Sommerfeld, Bezeichnung und Benennung der elektromagnetischen Grössen in der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften V. S. 467.

Besprechungen:
A. Sommerfeld, Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Bd. V. Physik. S. 470.
E. Bose, Neuere Litteratur über Radium und Radioaktivität. S. 473.
H. v. Helmholtz, Vorlesungen über theoretische Physik II. S. 475.
K. Geissler, Die Grundsätze und das Wesen des Unendlichen in der Mathematik und Philosophie. S. 475.
H. Weber, Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik II. S. 476.
W. Weber und R. Kohlrausch, Fünf Abhandlungen über absolute elektrische Strom- und Widerstandsmessung. S. 477.
W. Ostwald, Grundlinien der anorganischen Chemie. S. 477.
J. Walker, Einführung in die physikalische Chemie. S. 478.
O. Linders, Die für Technik und Praxis wichtigsten physikalischen Grössen in systematischer Darstellung sowie die algebraische Bezeichnung der Grössen. Physikalische Masssysteme, Nomenklatur der Grössen und Masseinheiten. S. 478.
K. Prytz, Hovedträkkene af de vigtigste fysiske Maalemetoder. S. 478.
B. Kolbe, Anleitung zu 30 der wichtigsten Schulversuche mit dem Differential- und Doppelthermoskop. S. 479.
M. Kuhn, „Apparat für den Torricellischen Grundversuch“ und „Pneumatischer Universalapparat.“ S. 479.
A. Berliner, Lehrbuch der Experimentalphysik in elementarer Darstellung. S. 479.
C. Ramsauer, Über den Ricochetschuss. S. 480.
H. J. Tallqvist, Lehrbuch der technischen Mechanik I. S. 480.
Naturwissenschaft u. Technik I. II. S. 481.
J. Kollert, Katechismus der Physik. S. 482.
F. M. Feldhaus, Die Erfindung der elektrischen Verstärkungsflasche durch E. Jürgen v. Kleist. S. 483.
M. Wolf, Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums Königstuhl-Heidelberg. S. 483.
J. M. Pernter, Meteorologische Optik II. S. 484.
A. Stentzel, Entstehung der Materie und der Nebularsysteme. S. 485.
H. Müller, Das Arbeiten mit Rollfilms. S. 485.
M. Brillouin, Propagation de l'électricité. S. 485.
L. Zehnder, Das Leben im Weltall. S. 486.
M. v. Rohr, Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten vom Standpunkt der geometrischen Optik I. S. 487.

Personalien. S. 488.

Gesuche. S. 488.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über die im Gasteiner Wasser enthaltene radioaktive Emanation.

Von Heinrich Mache.

(Vorläufige Mitteilung.[1]))

J. J. Thomson und F. Himstedt haben gezeigt, dass Quellwässer eine radioaktive Emanation enthalten, die durch Auskochen oder Durchperlen von Luft aus ihnen entfernt werden kann. Es ist zu vermuten, dass die durch J. Elster und H. Geitel in der freien Atmosphäre, in besonderem Masse aber in den Erdkapillaren aufgefundene Emanation mit dieser in den Quellwässern enthaltenen identisch ist. Ihre gemeinsame Ursache ist dann darin zu suchen, dass nach Elster und Geitel gewisse Erdarten, wie Fango, besonders stark aber die Sedimente von Quellwässern eine radioaktive Substanz enthalten[2]), welche die Fähigkeit besitzt, Emanation zu entwickeln, die sich dann eben in Luft und Wasser vorfindet.

Die nächste Frage wird die nach den Eigenschaften dieser neuen aktiven Substanz sein, da die Kenntnis dieser Eigenschaften die Entscheidung ermöglicht, ob hier wirklich ein neuer radioaktiver Körper vorliegt oder einer der bereits bekannten.

Es behalten nun nach den Versuchen von Elster und Geitel die aus dem Fangoschlamm gewonnenen radioaktiven Produkte, wie auch die Quellsedimente ihre Wirksamkeit bei, es ist weiter festgestellt, dass die entwickelte Emanation bei derselben Temperatur kondensiert, wie die des Radiums (—150° C.)[1]) und dass auch das Gesetz des zeitlichen Abklingens ihrer Wirkung dasselbe ist, wie für Radiumemanation, dass also die Wirkung in 3,99 Tagen auf die Hälfte sinkt.[2])

Einen weiteren Beleg für die Identität der

1) Im Auszug mitgeteilt im Anzeiger der kaiserl. Akademie der Wiss. vom 23. Juni 1904.
2) Diese Zeitschrift **5**, 321, 1904.

1) F. Himstedt, diese Zeitschrift **5**, 212, 1904.
2) P. Curie und A. Laborde, Compt. rend. **138**, 1150, 1904.

in Frage kommenden Substanz mit Radium bilden die im folgenden im Auszug mitgeteilten Versuche, die mit dem an Emanation ungemein reichhaltigen Wasser der Gasteiner Therme vorgenommen werden konnten. Man vermutet schon seit längerer Zeit in diesem indifferenten, an Mineralbestandteilen ungewöhnlich armen und doch heilkräftigem Wasser ein radioaktives Agens und in der That haben vor kurzem P. Curie und Laborde[1]) gelegentlich einer Untersuchung des Emanationsgehaltes von Quellgasen auch das Gas der Gasteiner Therme untersucht und gefunden, dass es von allen untersuchten den weitaus grössten Betrag von Emanation enthält.

Bei den hier mitgeteilten Versuchen wurde die Emanation jedoch nicht dem Gase, sondern durch Durchquirlen von Luft dem Wasser selbst entnommen. Dieses war in Flaschen mit eingeriebenem Stöpsel eingefüllt worden und zwar bis zum Flaschenhals, da jeder grössere Luftraum über dem Wasser zu vermeiden ist, weil sonst die Emanation aus dem Wasser in die Luft ausströmt, bis ihr Partialdruck in Luft und Wasser der gleiche geworden ist. Wurde z. B. eine volle Flasche zur Hälfte geleert und der Emanationsgehalt der ersten Hälfte bestimmt, so wies nach mehrstündigem Stehen in halbleerer Flasche die zweite Hälfte ungefähr den halben Gehalt der ersten auf. Es steht dies im Einklang mit den Beobachtungen von Himstedt und v. Traubenberg[2]), durch welche die Gültigkeit des Daltonschen Gesetzes für die im Quellwasser enthaltene Emanation nachgewiesen wurde.

Die Methode der Untersuchung war die bekannte zuerst von Elster und Geitel eingeführte. Ein cylindrischer, innen mit Messingdrahtnetz ausgekleideter Glassturz von $15^3/_4$ l Inhalt wurde mit seinem abgeschliffenen Rande auf einen massiven Kupferteller aufgesetzt und durch Bestreichen mit etwas Vaselinfett genügend gedichtet. Unter dem Sturze stand ein Exnersches Elektroskop mit Bernsteinisolation und Spiegelablesung nach Elster und Geitel, auf das der cylindrische Zerstreuungskörper aufgesetzt war. Die Kapazität des Systems betrug 9·5 E. S. E. Das Ablesen des Elektroskops geschah durch ein Fenster aus Spiegelglas, das Laden vermittels einer Magnetnadel, die von aussen durch einen kleinen Stabmagnet zum Kontakt mit dem den Zerstreuungskörper tragenden Stifte gebracht und durch eine den Kupferteller isoliert durchsetzende Zuleitung geladen werden konnte. Zwei Hähne, der eine im Teller, der andere in einer Öffnung des Glassturzes eingekittet, ermöglichten die Ausführung der folgenden Operation. Es wurde nämlich vermittels eines durch einen Motor in einfacher Weise betriebenen Gummigebläses die unter dem Glassturz enthaltene Luft durch den einen Hahn aspiriert, weiter in heftigem Blasenstrom durch das untersuchte Wasser gepresst und hierauf über eine Chlorcalciumvorlage und durch den zweiten Hahn in den Apparat zurückgebracht. Bei einer Förderungsmenge von $3^1/_3$ l Luft pro Minute und bei einer Wassermenge von $^1/_4$ l war dann der Gleichgewichtszustand in längstens einer halben Stunde erreicht. Von da an wurde nach Abstellen des Motors ein weiteres regelmässiges Ansteigen der Leitfähigkeit der Luft im Apparate bemerkt, das auf die Wirkung der an allen Teilen des Apparates induzierten Aktivität zu setzen ist. Der nach ungefähr 4 Stunden erreichte Maximalwert sank dann langsam ab und zwar in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von Curie und Laborde in vier Tagen auf die Hälfte.

Es schien zunächst die Entscheidung der Frage geboten, ob die Emanation auch im Wasser nach dem gleichen Gesetz abklingt wie in Luft. Zu diesem Zwecke wurden aus vier zu gleicher Zeit gefüllten Flaschen an verschiedenen Tagen Proben von je $^1/_4$ l mittels einer Pipette entnommen und auf die oben beschriebene Weise behandelt. An den erreichten Maximalwerten musste dann zunächst der auf die induzierte Aktivität entfallende Teilbetrag korrigiert werden. Das geschah in der Weise, dass der Apparat durch kräftiges Ausblasen gelüftet und hierauf das Abklingen der induzierten Aktivität beobachtet wurde. Der aus der erhaltenen Kurve für den Zeitpunkt Null extrapolierte Wert wurde dann in Abzug gebracht. In der folgenden kleinen Tabelle giebt M den Maximalwert der unter der Glocke erreichten Zerstreuung in Volt/Minuten, m den auf Rechnung der induzierten Aktivität zu setzenden Betrag. Die Differenz $M-m$ ist dann ein Mass für die Wirksamkeit der Emanation.

Zeit nach der Füllung	M	m	$M-m$	J_t
1 Tag	44,4	18,4	26,0	25,2
3 Tage	32,9	13,3	19,6	17,9
6 „	19,2	9,1	10,1	10,6
9 „	11,7	5,5	6,2	6,3

Es hat nun Frau M. Curie nachgewiesen[1]), dass für mit Radiumemanation gesättigte in geschlossenem Gefäss aufbewahrte Flüssigkeiten dasselbe Abklingungsgesetz gilt, wie für Radiumemanation überhaupt, d. h. ist J_0 die Wirksamkeit der Emanation zur Zeit Null, so ist sie nach t Tagen durch die Gleichung

1) l. c.
2) l. c. S. 130, 210.

1) Diss., S. 112, Paris 1903.

$$J_t = J_0 e^{-0,173t}$$

gegeben. Die letzte Kolumne der obigen Tabelle enthält die für $J_0 = 30$ nach dieser Formel berechneten Werte. Sie geben an, bis zu welchen Beträgen die Aktivität einer Radiumemanation von der anfänglichen Intensität 30 in gleicher Zeit abgesunken wäre. Man sieht hieraus, dass die Wirksamkeit der im Gasteiner Wasser enthaltenen Emanation in verschlossenen Flaschen nach demselben Gesetze abklingt wie eine im Wasser gelöste Radiumemanation. Man wird zugleich schliessen können, dass im Gasteiner Wasser — wenn überhaupt — nur sehr geringe Mengen der radiumhaltigen Substanz selbst vorhanden sind, da sonst das Abklingungsgesetz ein anderes sein müsste.

Ausführlich wurde ferner in der oben beschriebenen Weise das für eine jede Emanation so charakteristische Abklingungsgesetz der induzierten Aktivität untersucht. Für durch Radium aktivierte Körper ist dieses Gesetz durch die Arbeit von P. Curie und Danne[1]) sehr genau bekannt. Hiernach ist es für eine mehr als 24 Stunden andauernde Einwirkung der Emanation durch die Differenz zweier Exponentialfunktionen gegeben, nämlich durch den Ausdruck

$$J_t = J_0 \left[4 \cdot 2 e^{-\frac{t}{2420}} - 3 \cdot 2 e^{-\frac{t}{1860}} \right],$$

wo t die Zahl der Sekunden bedeutet, von dem Moment an gerechnet, in welchem der aktivierte Körper dem Einfluss der Emanation entzogen wird.

Es wurde eine grössere Zahl derartiger Abklingungskurven beobachtet und zwar für verschiedene Emanationskonzentration und für Expositionszeiten, die zwischen 4 und 53 Stunden schwankten. Alle diese Kurven zeigen anfängliche Störungen, die sich über ein Intervall bis zu 40 Minuten erstrecken und die, wenn auch vermindert, selbst dann noch auftraten, wenn die Expositionszeit über 24 Stunden betrug. Der Charakter dieser Unregelmässigkeiten ist genau der gleiche, wie er von Rutherford an durch Radium induzierten Körpern beobachtet wurde und besteht in erster Linie aus einem raschen anfänglichen Abfallen der Aktivität innerhalb der ersten zehn Minuten.[2])

Ein Parallelversuch mit der einer schwachen, wässerigen Radiumchloridlösung entnommenen Emanation gab hier übrigens völlig gleiche Resultate. Sieht man aber von diesen Anfangsstörungen ab, so zeigt es sich, dass das Gesetz, nach welchem die durch Wasseremanation induzierte Aktivität abklingt, in ganz ausgezeichneter Weise durch die Formel von Curie und Danne dargestellt werden kann. Die folgende Tabelle lässt dies erkennen. Sie bezieht sich auf einen Versuch, bei dem die Emanation aus 2 l Wasser entnommen wurde, wodurch die Leitfähigkeit im Apparate auf das ungefähr 300fache ihres normalen Wertes gestiegen war. Die Expositionszeit betrug 4 Stunden. Der konstante, über dem normalen liegende Endwert ist natürlich in Abzug gebracht. Die erste Kolumne giebt die Zeit vom Abheben des Glassturzes an gerechnet, die zweite die beobachteten Werte in Volt/Minuten, die dritte die aus der Formel von Curie und Danne für $J_0 = 87,7$ berechneten.

Zeit in Minuten	J_t beob.	J_t ber.	Δ
31	65,0	67,6	+ 2,6
62	42,3	41,2	− 1,1
93	22,9	22,8	− 0,1
124	11,5	11,9	+ 0,4
155	5,8	6,0	+ 0,2
186	2,89	2,97	+ 0,08
217	1,49	1,44	− 0,05

J. J. Thomson erwähnt[1]), dass nach Versuchen von Adams die aus Cambridger Leitungswasser gewonnene Emanation nicht die Fähigkeit besitzt, ungeladene Körper zu aktivieren. Hierdurch würde sie sich wesentlich von Radiumemanation und von der aus der Gasteiner Quelle gewonnenen unterscheiden.

Die weitere Angabe, dass die auf negativ geladenen Flächen erregte Radioaktivität in etwa 45 Minuten auf die Hälfte sinkt, dürfte sich wohl auf die ersten 45 Minuten beziehen und findet sich dann in Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen.

Schliesslich wurde noch das Wasser der Wiener Hochquellleitung in analoger Weise untersucht. Die aus demselben gewonnene Emanation zeigt in allen Stücken qualitativ das gleiche Verhalten, wie die der Gasteiner Therme. Im besonderen ist auch hier das Abklingen der induzierten Aktivität durch die Formel von Curie und Danne darstellbar. Doch verhalten sich die in gleichen Quantitäten der beiden Wässer enthaltenen Emanationsmengen ungefähr wie 1 : 1000.

Nach allem ist wohl anzunehmen, dass die meisten, wenn nicht alle der bisher untersuchten Quellwässer wirklich Radiumemanation enthalten. Das führt zur Vorstellung, dass in den tieferen Schichten der Erdrinde radiumhaltige Mineralien lagern, welche grosse Mengen von Emanation entwickeln, die dann zum Teil mit der Bodenluft und den Quellwässern zu Tage

1) Compt. rend. 136, 364, 1903.

2) Vgl. E. Rutherford, Radio-Activity, S. 262 u. 273, Cambridge (1904).

1) Naturw. Rdsch. 18, 395, 1903.

treten, ohne dass letztere aktive Substanz selbst in grösserer Menge mit sich führen.

Wien, II. phys. Inst. der Universität.

(Eingegangen 25. Juni 1904.)

Über die Natur der Strahlung gewöhnlicher Metalle. [1])

Von E. F. Burton.

Die von einer Anzahl Forschern angestellten Versuche [2]) haben gezeigt, dass die Leitfähigkeit einer in einem geschlossenen Metallgefäss eingesperrten Luftmasse von der Natur der Substanz abhängt, aus der die Gefässwände bestehen. Patterson verband mit seinen sich in dieser Richtung bewegenden Versuchen die Bestimmung der Leitfähigkeit der Luft unter verschiedenen Drucken und fand nur eine geringere Veränderung bei Benutzung eines kleinen Eisenblech-Cylinders als Behälter, wenn der Druck von einer bis ungefähr ein Drittel Atmosphäre reduziert wurde; unterhalb eines Druckes von einem Drittel Atmosphäre fand er, dass die Leitfähigkeit annähernd proportional zur Dichte der Luft variiert. Aus seinen Versuchen zog er den Schluss, dass die Leitfähigkeit der eingesperrten Luft wahrscheinlich von der Anwesenheit einer leicht absorbierbaren Strahlung der Wände des Behälters herrührte. In der gemeinsamen Arbeit von Professor Mc. Lennan und mir sind die Ergebnisse einer Beobachtungsreihe angegeben, welche die Schlussfolgerungen Pattersons nicht bestätigen. Bei unserer Untersuchung fanden wir, dass die Leitfähigkeit von gewöhnlicher in einem grossen Cylinder aus galvanisiertem Eisen eingeschlossener Luft proportional zur Dichte variiert innerhalb eines Druckbereiches, der sich von 500 bis auf 5 cm Quecksilber erstreckt. Nach diesem Ergebnis wurden wir zu der Schlussfolgerung veranlasst, dass die Leitfähigkeit der eingeschlossenen Luft zum grossen Teile von einer nicht leicht absorbierbaren Strahlung herrührte. Weitere Versuche haben gezeigt, dass wenigstens ein Teil dieser durchdringenden Strahlung seine Quelle ausserhalb des Cylinders hat, ein Ergebnis, dass durch die Versuche von Rutherford und Cook [3]) bestätigt wird.

Gegenstand der in vorliegender Arbeit zu beschreibenden Versuche war es, diese von einer äusseren Quelle herrührende durchdringende Strahlung möglichst völlig abzuhalten und die Natur der übrigen von den Wänden des Behälters ausgehenden Strahlung festzustellen.

Der hierbei angewandte Apparat ist dem bei den oben erwähnten Versuchen benutzten ähnlich. Die Luft war in einem 125 cm langen und 30 cm im Durchmesser haltenden Cylinder aus galvanisiertem Eisen eingeschlossen, wie ein solcher in Fig. 1 abgebildet ist. In eine

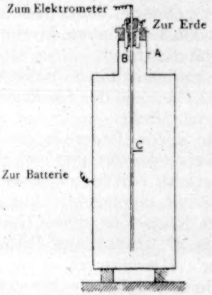

Fig. 1.

etwa 20 cm lange Röhre A, die oben in den Cylinder gesetzt war, wurde ein etwa 5 cm im Durchmesser haltender Ebonitstopfen gesteckt. Durch diesen wurde eine Messingröhre B hindurchgeschoben und in B ein zweiter Ebonitstopfen fest eingesetzt. Dieser zweite Stopfen trug einen Messingstab C, der fast bis auf den Boden des Cylinders reichte. Die Messingröhre B, welche während dieser Versuche fortdauernd geerdet war, diente als Schutzröhre und verhinderte jedes Eindringen von Elektrizität aus dem Cylinder nach dem Stab C durch die Ebonitstopfen. Der Stab C stand mit einem empfindlichen Elektrometer in Verbindung, und der Cylinder wurde auf etwa 240 Volt geladen erhalten. Die Leitfähigkeit wurde in der Weise gemessen, dass der Sättigungsstrom durch die eingeschlossene Luft nach dem Messingstab bestimmt wurde. Bei den Versuchen, die äussere Strahlung abzuhalten, wurde der Cylinder nacheinander in Wasser getaucht, welches in Trögen von verschiedener Grösse enthalten war; hierbei war alles sorgfältig isoliert.

Es kamen Tröge von 3 Grössen zur Verwendung, so dass ich bezw. Wasserschirme von der Dicke 10,5 cm, 24 cm und 60 cm erhielt. Die Abnahme der Leitfähigkeit in den einzelnen Fällen ist in Tabelle I angegeben.

Tabelle I.

Dicke des Wasserschirmes	Abnahme der Leitfähigkeit
10,4 cm	11,9 Prozent
24 „	15,4 „
60 „	32,4 „

1) Ref. einer vor der Amerik. Physik. Gesellsch. in der Sitzung vom 30. Dez. 1903 vorgetragenen Arbeit.

2) Mc. Lennan und Burton, Amerik. Physik Ges., Dez. 1902; Patterson Proc. Camb. Phil. Soc., XII. S. 44. Strutt, Nature, 19. Feb. 1903.

3) Rutherford und Cook, Amerik. Physik. Gesellsch., Dez. 1902. Cook, Phil. Mag. Okt. 1903. S. 403.

Diese Werte, welche zur Dicke der dem Cylinder umgebenden Wasserschichten annähernd proportional sind, werden von der Kurve in Fig. 2 dargestellt, aus der hervorgeht, dass

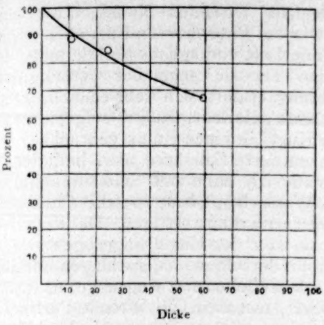

Fig. 2.

eine Wasserhülle von erheblich grösserer Dicke als 60 cm nötig sein würde, um die durchdringende Strahlung völlig abzuhalten. Da ein zu diesem Zwecke geeigneter Apparat nicht zur Verfügung stand, so wurden die Versuche mit Wasserschirmen nicht weiter fortgesetzt.

Tabelle II.

Druck in mm	Stromstärke in willkürlichem Masse	Druck in mm	Stromstärke in willkürlichem Masse
752	20,8	238	10,6
652	19,84	142	6,8
548	18,3	49	2,7
444	15,8	19	1,36
347	14,9		

Während der Apparat in den grössten Trog tauchte, wurde der Druck von 752 mm Quecksilber auf 19 mm verkleinert und die Leitfähigkeit bei verschiedenen Drucken gemessen. Die in Tabelle II aufgeführten und graphisch in Fig. 3 wiedergegebenen Werte zeigen, dass

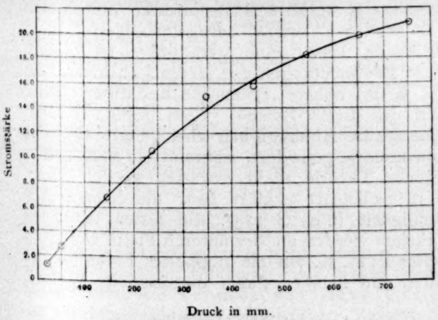

Fig. 3.

die Leitfähigkeit wieder zum Druck fast genau proportional ist, dass daher der übrige Teil der Leitfähigkeit nicht auf Rechnung einer leicht absorbierbaren, sondern vielmehr auf die einer durchdringenden Strahlung kam.

Herrn Professor Mc. Lennan, unter dessen gütiger Leitung die Arbeit ausgeführt worden ist, bin ich zu aufrichtigstem Danke verpflichtet.

(Aus dem Englischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 29. April 1904.)

Über die Emanation des Phosphors.

Von G. C. Schmidt.

Seit meiner letzten Veröffentlichung[1]) über die Emanation des Phosphors ist eine ganze Anzahl von Abhandlungen[2]) über denselben Gegenstand erschienen, welche sich alle mehr oder minder gegen die von mir gegebene Erklärung der durch sich oxydierenden Phosphor der Luft erteilten Leitfähigkeit wenden. Ich habe diese Leitfähigkeit auf die bei der Oxydation sich bildenden festen Oxydationspartikelchen, also auf eine Staubwirkung zurückgeführt, während meine verehrten Gegner als Ursache der Leitfähigkeit die Entstehung von Ionen oder Elektronen ansehen. Einen vermittelnden Standpunkt nimmt Herr A. Uhrig[3]) ein, welcher der Meinung ist, dass sowohl durch die Gegenwart der Staubteilchen als auch durch die der Ionen die Leitfähigkeit hervorgerufen wird.

Indem ich mir vorbehalte, in einer ausführlichen Abhandlung auf die Einwände meiner Gegner zu antworten, möchte ich an dieser Stelle nur auf einige der vielen Widersprüche in ihren einzelnen Versuchsresultaten hinweisen. So findet Herr Harms bei gewöhnlichem Druck keinen Sättigungsstrom — bestätigt hiermit das von mir gefundene Resultat — schliesst aber hieraus im Gegensatz zu der von mir gegebenen Erklärung, dass nur die Elektronentheorie diese Resultate zu deuten vermöge. Herr Bloch findet dagegen einen Sättigungsstrom[4]) und schliesst hieraus, dass ebenfalls nur die Elektronentheorie dieses Ergebnis zu erklären vermag. Trotzdem somit die experi-

1) G. C. Schmidt, Ann. d. Phys. **10**, 104, 1903; diese Zeitschrift **3**, 475, 1902.

2) A. Gockel, diese Zeitschrift **4**, 602, 1903; E. Bloch, C. R. **135**, 1324, 1902; Soc. Franc. de Physique 20. Febr. 1903 und 19. Febr. 1904; Barus, Ann. d. Phys. **11**, 1142, 1903; Elster und Geitel diese Zeitschrift **4**, 457, 1903; F. Harms, diese Zeitschrift **4**, 111 u. 436, 1903; **5**, 93, 1904.

3) A. Uhrig, Diss. Marburg, 1903, S. 50—53.

4) In meiner ausführlichen Abhandlung werde ich nachweisen, dass dieses Resultat falsch ist und dass somit alle Folgerungen hieraus, wie die Geschwindigkeit im elektrischen Felde, Reaktionsgeschwindigkeit u. s. w. nicht, haltbar sind.

mentelle Grundlage der Blochschen Arbeit (nämlich das Vorhandensein eines Sättigungsstromes, worauf alle seine theoretischen Betrachtungen und sich daran anschliessenden Berechnungen beruhen) im schroffsten Gegensatz zu der von Herrn Harms steht, beginnt er seine Abhandlung mit dem Hinweis, dass Herr Harms bereits bewiesen habe, dass meine Theorie nicht richtig sei und Herr Harms schliesst seine zweite Abhandlung[1]) mit der Bemerkung, „dass auch E. Bloch zu dem Resultat gekommen ist, dass die Schmidtsche Annahme nicht haltbar ist."

Herr Harms zieht aus seiner Ionentheorie den Schluss, dass der von einem zur Erde abgeleiteten Stückchen Phosphor ausgehende Nebel stets zur nächsten Elektrode wandern müsse, die Herren Elster und Geitel finden dagegen experimentell, dass eine Teilung eintreten kann.

In seiner letzten Abhandlung hat Herr Harms seine ursprüngliche Theorie wesentlich modifiziert, indem er nicht mehr annimmt, dass die Ionen direkt bei der Oxydation sich bilden, sondern dass die sekundär mit der Phosphoroxydation verknüpfte Reaktion der Bildung bezw. des Zerfalls von Ozon die Ionen liefert. Diese neue Theorie steht in Widerspruch mit den Versuchen der Herren Elster und Geitel[2]), welche fanden, dass Ozon bei gewöhnlicher Temperatur nicht leitet. Diese Thatsache ist von Herrn Uhrig[3]) bestätigt worden. Erst bei höheren Temperaturen ist eine Ionisation beim Zerfall des Ozons nachzuweisen, aber diese ist von einer ganz anderen und zwar viel kleineren Grössenordnung als die durch Phosphor der Luft erteilte Leitfähigkeit. Nun wird das bei der Oxydation des Phosphors sich bildende Ozon, besonders wenn es durch einen langsamen über den Phosphor streichenden Luftstrom sofort aus dem Oxydationsbereich des Phosphors weggeführt wird, keine hohe Temperatur besitzen, besonders da auch bei seiner Bildung Wärme absorbiert wird; es ist daher völlig ausgeschlossen, dass die enorme, durch oxydierenden Phosphor hervorgerufene Leitfähigkeit den kleinen sich hierbei bildenden Ozonmengen zugeschrieben werden kann.

Auf die übrigen Einwände, welche gegen meine Erklärung erhoben worden sind, werde ich in meiner ausführlichen Arbeit zurückkommen; hier möchte ich nur noch einen Beweis von den Herren Barus und Harms gegen meine Theorie[4]) besprechen, da dieselben, wie ich von Fachgenossen gesprächsweise vernommen habe, als entscheidend angesehen werden. Herr Barus macht darauf aufmerksam, dass die Luft nicht dadurch leitend wird, dass man leitende Teilchen hineingiebt. Bei der konzentrierten Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure etc. ist die Abgabe der jedenfalls leitenden Nuclei etwa ebenso kräftig wie bei Phosphor und dennoch zeigt die umgebende Luft vorzügliche Nichtleitung. Diese für meine Theorie scheinbar verhängnisvolle Beobachtung erklärt sich sehr einfach. Denken wir uns eine geladene, isoliert aufgehängte metallische Kugel in einen Raum gebracht, in dem sich konzentrierte Salzsäure usw. befindet. Der Raum wird sich dann mit Salzsäurenebel, also kleinen Wassertröpfchen, welche Chlorwasserstoff gelöst enthalten, sättigen. Da diese leiten, werden sie von der Kugel angezogen; sie werden sich auf derselben niederschlagen und haften bleiben, ohne Elektrizität wegzuführen, d. h. die Luft isoliert, trotzdem sie leitende Partikelchen enthält. Ganz anders liegen die Verhältnisse, wenn die leitenden Teilchen, wie beim Phosphor, fest sind, sie werden dann von der Kugel angezogen, werden sich laden und dann wieder abgestossen. Thatsächlich kann man ja beobachten, wie der Phosphornebel von einem geladenen Körper angezogen und darauf abgestossen wird. Es hängt somit von dem Aggregatzustand der leitenden Teilchen ab, ob wir eine Leitfähigkeit beobachten oder nicht. Ich habe, glaube ich, in meiner vorigen Abhandlung genügend betont, dass nur, wenn die Teilchen fest sind, eine Staubwirkung zu beobachten ist. Durch Nahrwold[1]) ist ja auch thatsächlich die Leitfähigkeit durch Staubteilchen nachgewiesen.

Herr Harms[2]) führt folgenden Beweis gegen meine Theorie ins Treffen:

„Auf Grund seiner Beobachtungen über die Abhängigkeit zwischen Potentialdifferenz und Stromstärke kommt Herr Schmidt zu dem Schluss (l. c., S. 714), ‚dass ein Sättigungsstrom nicht vorhanden ist, und dass die Beziehung zwischen E. M. K. und Stromstärke, soweit sich das aus den etwas unregelmässigen Zahlen schliessen lässt, eine geradlinige ist'. Nun, diese Beobachtungen von Herrn Schmidt, die ich ja für höhere Potentiale bestätigen kann, sind der beste Beweis gegen seine Theorie. Eine lineare Abhängigkeit wird gerade von der Ionentheorie gefordert, während sie nach seiner eigenen Theorie nicht erwartet werden kann. Herr Schmidt erklärt zwar die lineare Abhängigkeit (l. c., S. 715): ‚die festen leitenden Teilchen werden an der unteren Platte bei doppelter E. M. K. auf ein doppeltes Potential geladen und nehmen daher die doppelte Elektri-

1) F. Harms, diese Zeitschrift **4**, 436, 1903.
2) Wied. Ann. **39**, 321.
3) A. Uhrig, Diss. Marburg 1903, S. 16—17.
4) F. Harms, diese Zeitschrift **4**, 438, 1903.

1) R. Nahrwold, Wied. Ann. **5**, 460, 1878.
2) F. Harms, l. c. 438—439.

zitätsmenge auf; infolgedessen ist auch der Elektrometerausschlag doppelt so gross. Es erklärt sich somit die geradlinige Beziehung zwischen E. M. K. und i in zwangloser Weise.' Dabei übersieht Herr Schmidt nur, dass ja ausserdem die Geschwindigkeit des geladenen Teilchens bei doppelter Ladung und doppelter Feldstärke vervierfacht würde, dass also die übertragene Elektrizitätsmenge mit der dritten Potenz des Potentiales wachsen müsste. Von einer solchen Abhängigkeit ist nun absolut keine Rede; damit fällt wohl die ganze Schmidtsche Theorie."

Hierauf möchte ich erwidern, dass ich die Änderung der Geschwindigkeit der geladenen Teilchen keineswegs übersehen habe; ich habe sie nur deswegen bei meiner Erklärung nicht berücksichtigt, weil sie gar keine Rolle spielt. Befindet sich nämlich der Phosphor zwischen den beiden geladenen Platten, wie in meinem Apparat oder befindet er sich zwischen zwei koaxialen Cylindern, welche die Elektroden bilden, wie bei der Harmsschen Versuchsordnung, so werden die leitenden Teilchen bei einem bestimmten Gradienten — nehmen wir beispielsweise 50 Volt an — alle von der einen Elektrode nach der anderen geschleudert. Bei der doppelten E. M. K. werden sie ebenfalls alle und zwar mit doppelter Geschwindigkeit wandern; das Elektrometer wird sich anfangs schneller laden als im vorhergehenden Fall, dann aber nur langsam steigen, da jetzt keine leitenden Teilchen mehr vorhanden sind. Ich habe z. B. stets den Elektrometerausschlag nach 1 und 2 Minuten beobachtet. Nehmen wir nun an, dass sich in 1 Minute 1000 leitende Teilchen bilden, so werden diese bei einem bestimmten Gradienten alle nach oben geschleudert; bei der doppelten E. M. K. durchwandern sie zwar das Kraftfeld mit doppelt so grosser Geschwindigkeit, aber da nur 1000 auf das doppelte Potential geladene Teilchen vorhanden sind, so können sie trotz Veränderung der Geschwindigkeit das Elektrometer nur auf das doppelte Potential laden. In meiner ausführlichen Abhandlung werde ich eine Reihe von Beobachtungen mitteilen, aus denen hervorgeht, dass thatsächlich die Änderung der Geschwindigkeit keine Rolle spielt und es nur auf die Anzahl der leitenden Teilchen ankommt.

Zum Schluss möchte ich noch meinen Standpunkt klar präzisieren. Herr Harms schreibt: Bei der Streitfrage handelt es sich vor allem darum, ob Ionen bei der Oxydation des Phosphors entstehen oder nicht. Hierum dreht sich nach meiner Meinung der Streit nicht. Selbst ohne die Versuche von Herrn Uhrig, der nachgewiesen hat, dass bei der Zersetzung des Ozons Ionen entstehen, wobei es allerdings immer noch zweifelhaft ist, ob das bei der niedrigen Temperatur des sich langsam oxydierenden Phosphors sich bildende Ozon sich wirklich zersetzt, halte ich es für äusserst wahrscheinlich, dass einige Ionen sich bei der langsamen Verbrennung des Phosphors bilden. Da nämlich bei der Verbrennung mit Flamme stets Ionen auftreten, so können wir durch Analogie schliessen, dass auch beim Glimmen des Phosphors und ebenso des Schwefels Ionen entstehen, aber nur in verschwindender Anzahl. (Beim Schwefel und allen anderen sich langsam oxydierenden Körpern ist bisher eine Leitfähigkeit noch nicht nachgewiesen.) Nicht darum dreht sich also der Streit, ob Ionen entstehen oder nicht, sondern um die Frage, weswegen erteilt von allen sich langsam oxydierenden Körpern allein Phosphor der Luft eine so enorme Leitfähigkeit? Bis jetzt vermag ich behufs Erklärung dieser Thatsache keinen Grund einzusehen, der gegen meine Staubwirkungstheorie spräche, im Gegenteil sogar die letzten Beobachtungen von Herrn Harms sprechen ausserordentlich zu ihren Gunsten.

Da die beiden letzten Abhandlungen von Herrn Harms vorläufige Mitteilungen waren, und er seinen Standpunkt in der letzten so wesentlich modifiziert hat, dass ich nicht weiss, was er von seinen früheren Anschauungen aufrecht erhält und was verwirft, so halte ich vorläufig eine Fortsetzung der Polemik meinerseits für gänzlich unfruchtbar. Ich werde daher auch meine ausführliche Abhandlung zurückbehalten, bis die von Herrn Harms erschienen ist.

Physik. Institut Erlangen, 3. Juli 1904.

(Eingegangen am 5. Juli 1904.)

Über eine Vorrichtung zur Registrierung der luftelektrischen Zerstreuung.

Von G. Lüdeling.

Je deutlicher es sich mit der Zeit zeigte, welche grosse Bedeutung die Ionentheorie von Elster und Geitel für die Erkenntnis der atmosphärischen Elektrizität besitzt, um so dringender machte sich der Wunsch geltend, neben den Registrierungen des Potentialgefälles auch solche der luftelektrischen Zerstreuung zu besitzen.

Schon im Jahre 1901 machte Herr Kann[1])-Leoben einen Vorschlag nach dieser Richtung hin, und erst vor kurzem berichtete Herr Sprung[2])-Potsdam über eine Idee zur automa-

1) L. Kann, Selbstregistrierender Apparat zur Messung der Elektrizitätszerstreuung der Luft. Diese Zeitschr. **2**, 621, 1901.

2) A. Sprung, Über eine automatisch wirkende Vorrichtung zur Erweiterung des Messgebietes der Registrier-Elektrometer. Nebst einer Bemerkung über die automatische Auf-

tischen Registrierung der luftelektrischen Zerstreuung, die sich im wesentlichen mit dem Kannschen Vorschlag deckt. Beide wollen die Zeit, innerhalb welcher ein bestimmter Spannungsabfall des Zerstreuungskörpers eines Elster- und Geitelschen bezw. Ebertschen Apparats stattfindet, vermöge eines Chronographen automatisch aufzeichnen lassen.

Mir erschien es lohnend, den Versuch einer derartigen Registrierung mit Hilfe des Benndorfschen mechanisch registrierenden Quadranten-Elektrometers vorzunehmen, um so mehr, als mir im April d. J. ein solches Instrument gerade zur Verfügung stand. Wenn dieses Elektrometer seiner verhältnismässig grossen Kapazität wegen von vornherein zu dem genannten Zweck auch als nicht sonderlich geeignet erscheinen musste, so durfte doch vielleicht gehofft werden, eine Registrierung zu erhalten, aus der man wenigstens einigermassen über den täglichen Gang der luftelektrischen Zerstreuung Auskunft erhalten konnte. Damit würden aber schon wertvolle Anhaltspunkte gegeben sein, speziell über den Zusammenhang der Zerstreuung mit dem Potentialgefälle sowie den meteorologischen Elementen.

Mehrfache Vorversuche liessen das Vorhaben auch als nicht ganz aussichtslos erscheinen, so dass daraufhin eine provisorische Einrichtung zur Registrierung der luftelektrischen Zerstreuung getroffen wurde, die unter Hinzufügung einiger Ergebnisse in nachfolgendem kurz skizziert werden soll.

Vor einem Nordfenster des Turmes des Meteorologisch-magnetischen Observatoriums in Potsdam, ungefähr 26 m über dem Erdboden, ist ein sehr gut isolierter Zerstreuungskörper aufgestellt, der durch einen ebenfalls auf das sorgfältigste isolierten und draussen auch noch elektrostatisch geschützten Zuleitungsdraht mit einem Benndorfschen Quadranten-Elektrometer verbunden ist. Das letztere steht auf einer Wand-Konsole im Innern des Beobachtungsraumes.

Den Zerstreuungskörper bildete in der ersten Zeit eine geschwärzte Messingkugel von 13 cm Durchmesser, die unter einem hinreichend grossen Schutzdach (von 40 cm Durchmesser) aufgestellt war. Ende April, als ich in dienstlichem Auftrage von Potsdam abwesend war, liess Herr Prof. Sprung diese Kugel durch einen Cylinder von 22 cm Durchmesser und 20 cm Höhe ersetzen.

Die Aufstellung ist also die gleiche wie beim Zerstreuungsapparat von Elster und Geitel. Wenn dieselbe auch an manchen Unvollkommenheiten leidet, wenn sie insbesondere auch nur relative Werte giebt, so empfahl sich ihre Anwendung doch insofern, als sie jedenfalls am leichtesten einzurichten war und als es sich überhaupt nur um einen ersten Versuch einer Registrierung handelte, bei dem vor allem die Brauchbarkeit des Benndorfschen Elektrometers festgestellt werden sollte. Von vornherein wurde in Aussicht genommen, später das Ebertsche Aspirations-Prinzip in Anwendung zu bringen. In letzter Zeit angestellte Versuche haben ergeben, dass dasselbe sehr wohl möglich sein wird.

Die bisherige Registrier-Anordnung war nun die folgende (s. Fig. 1):

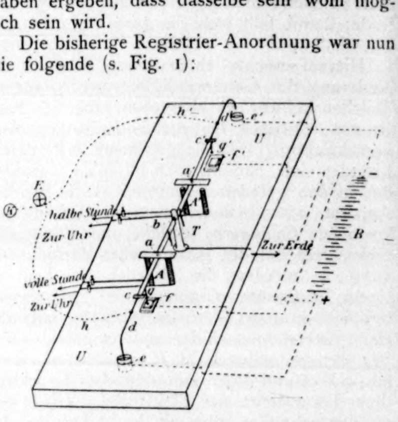

Fig. 1.

Der isoliert aufgestellte Zerstreuungskörper K ist mit dem Benndorfschen Quadranten-Elektrometer E verbunden und wird von halber zu halber Stunde abwechselnd positiv und negativ durch die Batterie B aufgeladen.

Diese Ladung erfolgt automatisch, mit Hilfe eines besonders hierfür angefertigten Umschalters U, der neben dem Elektrometer auf derselben Konsole steht und mit der Hauptuhr des Observatoriums verbunden ist. An der letzteren sind 2 Kontakte angebracht, durch welche zu jeder vollen und halben Stunde ein Stromschluss hervorgerufen wird, der die Elektromagnete A bezw. A' in Thätigkeit setzt. (Für diesen halbstündlichen Stromschluss lässt sich übrigens mit Leichtigkeit auch am Uhrwerk des Elektrometers selbst eine entsprechende Einrichtung anbringen, wie inzwischen schon geschehen.) Über den Elektromagneten schwebt ein metallischer Doppelhebel mit den beiden Ankern a und a', der um eine horizontale Achse b im Träger T drehbar ist und der in seiner Ruhestellung durch Federkraft in horizontaler Lage gehalten wird. Die Verlängerung der Hebelarme, jedoch von diesen durch ein zwischengeschaltetes Bernsteinstück c und c' isoliert, bilden starre Kupferdrähte d und d'. Dieselben

zeichnung der luftelektrischen Zerstreuung. Diese Zeitschr. 5, 328, 1904.

tragen ganz leichte, frei durch die Luft führende, kurze Drähte h und h', die eine Verbindung mit dem Quadranten-Elektrometer herstellen, und sind an ihren Enden umgebogen, so dass sie in zwei darunter befindliche Quecksilbernäpfe e und e' tauchen können. Letztere sind in der Fussplatte des Umschalters in Paraffin eingebettet und stehen durch ebenfalls gut isolierte Zuleitungsdrähte mit der Ladebatterie B in Verbindung. Von jedem Pole dieser Batterie geht nun aber auch noch ein zweiter Draht aus, nach f und f', 2 Metallplättchen, die ebenso wie die Zuleitungsdrähte von ihrer Unterlage isoliert gehalten sind. Über den Plättchen stehen zwei metallische Stifte g und g', die in der Ruhestellung des Doppelhebels die Plättchen nicht berühren, jedoch in demselben Moment auch einen Kontakt herstellen, in welchem d bezw. d' in den Quecksilbernapf eintaucht. Wird nun z. B. zur vollen Stunde ein Stromschluss bewirkt, so tritt der Elektromagnet A in Thätigkeit: Der Anker a wird angezogen, d taucht in e und wird hierdurch mit dem positiven Pole der Batterie B in Verbindung gebracht. Da gleichzeitig der Kontakt g eine metallische Verbindung des negativen Poles der Batterie durch a T mit der Erde herstellt, so kann nunmehr der durch h mit d verbundene Zerstreuungskörper positiv geladen werden. Der Uhrkontakt ist derart justiert, dass die Ladezeit etwa $^1/_2$ Minute dauert. Nach Verlauf derselben wird der Anker a durch eine Feder zurückgezogen, das Zerstreuungssystem ist jetzt isoliert und bleibt in dem geladenen Zustande eine halbe Stunde sich selbst überlassen. Die Höhe der Anfangsladung wird danach geregelt, dass bei einer als zweckmässig erkannten Empfindlichkeit des Quadranten-Elektrometers der Zeiger zunächst nahe bis an den äusseren Rand des Papierstreifens gebracht wird. Von hier aus zeichnet er in bekannter Weise während einer halben Stunde den Spannungsabfall des Zerstreuungskörpers auf, und zwar bei dem in Potsdam gebrauchten Instrument von 2 zu 2 Minuten (möglich ist hier auch eine Registrierung von Minute zu Minute, von deren Anwendung jedoch Abstand genommen ist, weil sich die Elektrometernadel bei der gebrauchten höheren Empfindlichkeit des Instrumentes in 1 Minute nicht genügend wieder beruhigt). Aus dem Spannungsabfall ist dann die luftelektrische Zerstreuung während dieser Zeit zu berechnen, in ganz ähnlicher Weise wie beim Elster- und Geitelschen Apparat. Man erhält also auch hier nur relative Werte, die zunächst nur unter sich vergleichbar sind, die aber zur Bestimmung des täglichen Ganges zu genügen scheinen. Es empfiehlt sich natürlich, die Empfindlichkeit des Elektrometers möglichst gross zu machen; allein man darf nicht vergessen, dass die Konstanz der Ruhelage um so mehr abnimmt, je weiter man die Empfindlichkeit steigert. Deshalb und weil der Papierstreifen für die Registrierung nur eine Breite von $11\,^1/_2$ cm hat, kann man auch die Empfindlichkeit des Elektrometers nicht sehr hoch treiben.

Bei den vorliegenden Versuchen war sie derart, dass 1 mm Ausschlag etwa 1,5 bis 1,7 Volt entsprach. Man konnte bei dieser Empfindlichkeit mit einer Anfangsladung von ungefähr 90 Volt beginnen. Die Abnahme der Spannung in einer halben Stunde schwankte zwischen 10 und 28 Volt, also Grössen, die bei der genannten Empfindlichkeit des Instruments sehr wohl messbar sind.

Hinsichtlich der Ladebatterie ist es auf alle Fälle sehr wesentlich, eine möglichst konstante Anfangsladung zur Verfügung zu haben, die sich wohl am besten mit Hochspannungs-Akkumulatoren erzielen lassen würde. Leider standen solche jedoch nicht zur Verfügung, und deshalb bediente ich mich einer gewöhnlichen *Cu-Zn*-Batterie von etwa 100 kleinen Gläsern (von 30 ccm Inhalt), bei denen als Flüssigkeit eine Lösung von Bittersalz gebraucht wurde. Die Batterie hat sich auch verhältnismässig gut bewährt, wenn sie freilich auch von Temperatur-Schwankungen merklich abhängig ist. Für diese erste provisorische Einrichtung genügte sie jedoch vollkommen. Zum Laden der Quadranten des Elektrometers wurde die von Benndorf empfohlene Kalomel-Batterie mit Vorteil verwandt.

Dass sich mit der geschilderten, wie ich ausdrücklich nochmals betonen möchte, ganz provisorischen und in ihren Mängeln wohl erkannten Einrichtung doch schon Resultate erzielen liessen, die wohl einigen Anspruch auf weiteres Interesse haben dürften, glaube ich mit nachstehenden Mitteilungen belegen zu können.

Zu Grunde liegen die Registrierungen von 8 klaren Tagen: 1904 April 19, 20; Mai 25, 26, 30, 31; Juni 4, 5. Aus denselben ergiebt sich ein Mittelwert für den täglichen Gang der luftelektrischen Zerstreuung für positive und negative Ladung, wie er in Fig. 2 durch die schwarze und gestrichelten Kurve dargestellt ist. Dazu ist zu bemerken, dass die direkt registrierten und berechneten Zerstreuungswerte nach der einfachen Formel $\frac{a+2b+c}{4}$ ausgeglichen und danach zur graphischen Darstellung gebracht wurden.

Man ersieht aus den Kurven, dass der tägliche Gang der Zerstreuung im wesentlichen eine doppelte Periode besitzt, mit einem Hauptmaximum in den ersten Nachmittagsstunden und einem Hauptminimum gegen 10 bis 11 Uhr

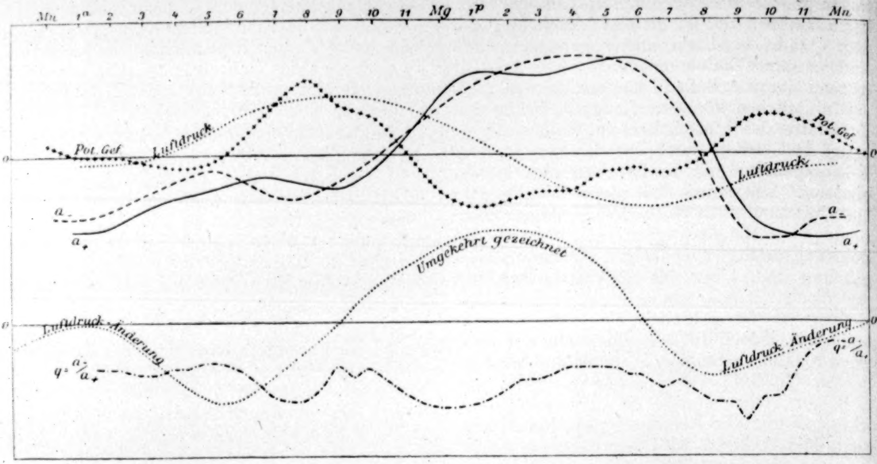

Fig. 2.

abends. Ein sekundäres Maximum tritt in der Zeit von 5 bis 7, ein sekundäres Minimum gegen 8 bis 9 Uhr morgens ein.

Da in unmittelbarer Nähe des Registrierapparats für Zerstreuung, vor dem zweiten Nordfenster des Beobachtungsraumes, ein ebensolcher für Potentialgefälle aufgestellt ist, so liegt hier die beste Gelegenheit zu Vergleichen der beiderseitigen täglichen Gänge vor. In Fig. 2 giebt die Kreuz-Kurve den täglichen Gang des Potentialgefälles wieder, der aus den stündlichen und in gleicher Weise ausgeglichenen Werten derselben 8 Tage abgeleitet wurde. Man sieht, dass die Kurve einen fast genau entgegengesetzten Verlauf wie die Zerstreuungskurve nimmt. Wenn man die Ionentheorie zur Erklärung der luftelektrischen Phänomene heranzieht, so war dies ja auch anzunehmen: Je grösser der Ionengehalt der Luft, je höher die Leitfähigkeit derselben ist, um so kleinere Spannungsunterschiede wird man zu erwarten haben, und umgekehrt.

Mit besonderer Rücksicht auf die jetzt im Vordergrunde des Interesses stehende Ebertsche Theorie[1]) über die Entstehung des normalen atmosphärischen Potentialgefälles und der negativen Erdladung ist auch der tägliche Gang des Luftdrucks für die fraglichen 8 Tage berechnet und graphisch aufgetragen (auch wieder nach ausgeglichenen Werten), ebenso die daraus sich ergebende Änderung des Luftdrucks. Was schon von Hann[1]) und Fines[2]) an einzelnen Beispielen gefunden und später von Gockel[3]) und anderen bestätigt wurde, zeigt sich auch hier in deutlicher Weise: Eine grosse Übereinstimmung im täglichen Gange des Luftdrucks und des Potentialgefälles. Daraus folgt, dass Luftdruck und Zerstreuung einen entgegengesetzten täglichen Verlauf zeigen müssen, wie es in der That auch der Fall ist. Am schärfsten treten jedoch die Beziehungen der luftelektrischen Erscheinungen zum Luftdruck hervor, wenn man die Luftdruckänderungen betrachtet (s. Figur). Um den Zusammenhang möglichst klar zu zeigen, ist der tägliche Gang der Luftdruckänderung umgekehrt gezeichnet worden, in einem Massstabe, welcher der fünffache von dem der Luftdruck-Kurve ist. In der That ist der Parallelismus der Zerstreuungskurven mit denen der Luftdruckänderung ein derart frappanter, dass wohl kaum noch das Bestehen eines engeren Zusammenhangs der beiden Erscheinungen bezweifelt werden kann. (Vgl. auch Gockel, diese Zeitschr. **5**, 258, 1904.) Auch der von Ebert[4]) vermutete Phasenunterschied scheint vorhanden zu sein: Zunächst treten die Änderungen im Luftdruck ein, nach im Mittel 3 Stunden folgen sie in der Zerstreuung. Dabei möge wieder darauf hingewiesen werden, dass die letztere in

1) H. Ebert, Über die Ursache des normalen atmosphärischen Potentialgefälles und der negativen Erdladung. Diese Zeitschr. **5**, 135—140, 1904, und Met. Zeitschr. **21**, 202—213, 1904.

1) J. Hann, Die wichtigsten Resultate der Beobachtungen der Luftelektrizität und der schwedischen Polarstation zu Kap Thordsen, Spitzbergen 1882/83. Met. Zeitschr. **7**, 31, 1890.

2) Fines, Bull. met. du départm. d. Pyr. Or. 1888.

3) A. Gockel, Luftelektrische Untersuchungen. Freiburg (Schweiz). S. 53, 1902.

4) H. Ebert, Met. Zeitschr. **21**, 204, 1904.

einer Höhe von 26 m über dem Erdboden gemessen wurde! Dieser auffallende Parallelismus in den beiden täglichen Gängen ist auch in den einzelnen Tagen scharf ausgeprägt. Mangel an Platz gestattet es leider nicht, hier alle Einzelkurven wieder zu geben, so dass einstweilen der einfache Hinweis darauf genügen möge.

Sehr bemerkenswert ist auch der systematische Unterschied in den Eintrittszeiten der Extreme für a_- und a_+. Anscheinend liegen dieselben bei negativer Ladung etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden vor denjenigen bei positiver Ladung; das würde also bedeuten, dass zunächst die positiven Ionen an dem Cirkulationsprozess teilnehmen, der sie an den Zerstreuungkörper führt, dann erst die negativen. Auch dies würde nach der Ebertschen Theorie wohl verständlich sein.

Was endlich den täglichen Gang von $q = a_-/a_+$ anbetrifft, der aus den ausgeglichenen Werten der a_- und a_+ berechnet und in Fig. 2 wiedergegeben ist, so ist derselbe wenig ausgeprägt; er scheint noch am meisten dem Gange von a_- zu folgen, also demjenigen Gliede, das die grössere Amplitude hat. Allerdings tritt in der Zeit von ca. 10^a bis 4 eine Einbuchtung ein, für die sich eine entsprechende Ausbuchtung in der a_+-Kurve findet, so dass man für diese Zeit eine abnorme Zunahme negativer Ionen annehmen könnte. Es möge darauf hingewiesen werden, dass es sich hier gerade um diejenigen Stunden handelt, an welchen es der Bodenluft infolge intensiver Insolation und starker Luftdruckabnahme ermöglicht wird, in grösstem Masse auszutreten und aufzusteigen. Um diese Zeit würden also auch die negativen Ionen in grösserer Zahl austreten und hochgeführt werden, die nach der Ebertschen Theorie zunächst dazu verwandt werden, bei ihrer Wanderung durch die Erdkapillaren an die Wände derselben ihre Ladung abzugeben. Im übrigen aber entspricht der Gang von q nicht den Vermutungen des Herrn Ebert, dass nämlich „unter normalen Verhältnissen mit wachsendem q auch das Potentialgefälle in die Höhe gehen muss, und umgekehrt".

Wenn in den mitgeteilten Kurven auch vieles eine Bestätigung der Ebertschen Theorie zu bieten scheint, so kann man sich doch nicht dem Eindrucke verschliessen, dass neben dem Luftdrucke auch noch andere Faktoren von erheblicher Bedeutung bei der Entstehung des täglichen Ganges der luftelektrischen Erscheinungen sind. Insbesondere lassen die Wendepunkte zur Zeit des Sonnenaufgangs und -untergangs darauf schliessen, dass auch die Sonnenstrahlung eine grössere Rolle spielt, und dieser Annahme hat ja auch Herr Ebert selbst mehrfach Ausdruck gegeben.

Von höchster Bedeutung würde es für die Prüfung der Ebertschen Theorie, sowie überhaupt für die Erzielung weiteren Einblicks in die luftelektrischen Vorgänge sein, wenn solche Registrierungen sowohl des Potentialgefälles wie auch besonders der Zerstreuung an einem Orte angestellt werden könnten, der sich direkt über Wasser befindet. Als ein sehr geeigneter Platz erscheint mir der Rote Sand-Leuchtturm in der Wesermündung, der in einem Umkreise von mindestens 8 km rings von Wasser umgeben ist.

Selbstredend müssten im Zusammenhange damit auch Registrierungen der wichtigsten meteorologischen Elemente vorgenommen werden. Sollten sich ausserdem noch gleichzeitige Messungen der Radioaktivität der Luft (nach der Methode von Elster und Geitel) sowie solche der Strahlung, insbesondere auch der ultravioletten anschliessen lassen, so würde der Wert einer derartigen temporären Beobachtungsstation noch bedeutend gehoben werden.

Wiewohl die vorliegenden Kurven schon sehr stark dazu herausfordern, den täglichen Gang der luftelektrischen Elemente auf einen Zusammenhang mit den verschiedenen meteorologischen Faktoren eingehender zu untersuchen, so möchte ich davon doch so lange Abstand nehmen, bis weiteres und genaueres Material von Registrierungen vorliegt, vor allem von solchen nach Eberts Aspirationsprinzip. Die vorstehenden Zeilen sollen in erster Linie nur zeigen, dass Registrierungen auch der luftelektrischen Zerstreuung auf verhältnismässig einfache Weise anzustellen sind, und dazu anregen, dass man auch an anderen Stellen Versuche nach dieser Richtung hin machen möge.

(Eingegangen 3. Juli 1904.)

Eine Verbesserung der Hartgummi-Isolatoren für luftelektrische Messungen.

Von H. Schering.

Für die geringen Elektrizitätsmengen, um die es sich bei luftelektrischen Messungen handelt, isoliert Hartgummi im allgemeinen nicht zuverlässig genug. Bernstein isoliert vorzüglich, doch ist er wegen seiner Sprödigkeit für manche Zwecke nicht gut verwendbar und auch in grösseren Stücken ziemlich kostspielig, so dass man doch oft auf Hartgummi zurückgreifen muss.

Durch Einschneiden tiefer, schmaler Nuten (Fig. 1) wird das Isolationsvermögen des Hartgummis erheblich verbessert, die Oberfläche wird dadurch vergrössert, der grösste Teil derselben liegt geschützt gegen Staub und Belichtung, die Bildung einer zusammenhängenden Feuchtigkeitsschicht wird erschwert. Dadurch, dass die Isolation auf ein kurzes Stück zu-

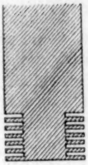

Fig. 1.

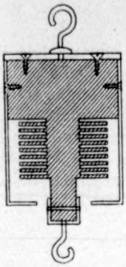

Fig. 2.

sammengedrängt ist, lässt sich der Isolator bequem in eine Schutzhülse einschliessen. Fig. 2 zeigt eine so geschützte isolierte Aufhängevorrichtung; eine ähnliche habe ich während der Wintermonate dauernd im Freien auf einem Balkon des Geophysikalischen Institutes in Göttingen hängen gehabt, ohne Natriumtrocknung, bei häufiger Prüfung isolierte sie stets sehr gut, trotzdem sie zweimal einschneite. Fig. 3 zeigt eine für Isolatoren, die man mit

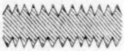

Fig. 3.

der Hand anfassen muss, geeignete Art der Nuten. Nur ein ganz geringer Teil der Oberfläche kommt mit der feuchten Hand in Berührung, zugleich wird dadurch die Bildung von Reibungselektrizität auf dem Hartgummi vermieden. Solche Nuten haben sich für das Hartgummistäbchen zur Bestimmung des Kapazitätsfaktors beim Elster-Geitelschen Zerstreuungsapparat bewährt. Dieselben würden sich vielleicht auch für den Träger der Flammenkollektoren empfehlen. [1])

1) Die Firma Günther & Tegetmeyer, Braunschweig, fertigt diese Isolationen an.

Göttingen, Geoph. Institut, April 1904.

(Eingegangen 16. April 1904.)

Über den Zusammenhang zwischen dem direkt und dem induktiv gekoppelten Sendersystem für drahtlose Telegraphie.

Von Georg Seibt.

§ 1. Methode zur Berechnung von Eigenschwingungen.

In einer früheren Arbeit [1]) habe ich gezeigt, in welcher Weise man die Schwingungszahlen zusammengesetzter Systeme mit einfachen mathematischen Hilfsmitteln berechnen kann. Die Methode war folgende.

Vernachlässigt man die Dämpfung der Schwingungen, was in erster Annäherung zulässig ist, so kann man für die Spannungen und die Ströme von vornherein sinusartige Änderungen annehmen und die in der Wechselstromtechnik vielfach gebräuchliche, symbolische Darstellungsweise [1]) in Anwendung bringen. Dieselbe gewährt den Vorteil, dass die Gleichungen so angesetzt werden können, als hätte man es mit konstantem Strom zu thun. Es ergeben sich stets so viele Gleichungen, als nötig sind, um die Spannungen und Ströme an einer beliebigen Stelle zu bestimmen. Eliminiert man die Werte derselben, so erhält man die gewünschte Gleichung für die Eigenschwingungen des Systems. Der Ausdruck hierfür ist eine transzendente Funktion, wenn die Kapazität und die Selbstinduktion eines oder mehrerer Gebilde als verteilt angenommen werden. Die Schwierigkeiten, welche die Diskussion derselben bereitet, können auf zwei Arten umgangen werden. Entweder ermittelt man die Wurzeln der Gleichung auf graphischem Wege oder aber man beschränkt sich auf die Berücksichtigung der Grundschwingung des linearen Gebildes und nimmt zu dem Zweck die Kapazität und Selbstinduktion desselben als konzentriert an. Die Oberschwingungen scheiden dann bereits in dem Ansatz der Gleichungen aus. Sie sind in den meisten praktischen Fällen nur schwach und experimentell kaum nachweisbar. Den ersteren Weg habe ich bei der Behandlung des direkt gekoppelten, den letzteren bei der des induktiv gekoppelten Senders beschritten. [2]) Will man, was im folgenden geschehen soll [3]), beide Koppelungsarten in Parallele stellen, so ist ein einheitliches Vorgehen nötig. Wir benutzen das letztere Verfahren. Dasselbe ist mathematisch einfacher und entspricht in höherem Grade den praktischen Verhältnissen als das

1) Rostocker Inauguraldissertation 1902, S. 24—35 oder E. T. Z. **23**, § 9, S. 365, 1902.

1) Ch. P. Steinmetz, Theorie und Berechnung der Wechselstromerscheinungen, Berlin 1900. — G. Rössler, Vorlesungen über Fernleitung von Wechselströmen, Techn. Hochschule Berlin.

2) Rostocker Dissertation, § 9, 4 u. § 10, 1.

3) Wie Herr J. Zenneck mitteilt (diese Zeitschr. **4**, 656, 1903), ist Herr Mandelstam mit einer ähnlichen Betrachtung beschäftigt. Ich erfuhr hiervon bereits im Febr. 1903. Da eine Veröffentlichung Mandelstams bisher nicht erfolgt ist, und die hier behandelten Koppelungsfragen durch die Mitteilung Prof. Brauns über Energieschaltungen (vergl. diese Zeitschr. **5**, 194, 1904) aktuelles Interesse gewonnen haben, mögen meine Notizen jetzt hier ihren Platz finden. Die Entwickelung der Formeln liegt zum grössten Teil über ein Jahr und weiter zurück. — Während der Drucklegung dieser Zeilen ist die Mandelstamsche Arbeit erschienen (diese Zeitschrift **5**, 245, 1904). In ihr wird die Frage mehr vom Standpunkt des mathematischen Physikers behandelt, während in der meinigen die Auffassung des Ingenieurs zum Ausdruck kommt. Wegen der Verschiedenheit der Durchführung sind beide Arbeiten geeignet, einander zu ergänzen.

erstere. Denn in den meisten Ausführungsformen (Käfigarmatur, Netze von Fächer- oder Kegelform, Zickzackführung) liegt der grösste Teil der Kapazität an dem Ende des Luftleiters. In einzelnen Fällen freilich, wo ein dünnes Kabel von einem Ballon oder Drachen in die Höhe getragen wird, ist die Kapazität ziemlich gleichmässig verteilt, in der Erdnähe eher grösser.

Die hier skizzierte Methode zur Berechnung der Schwingungszahlen verliert ihre Berechtigung, wenn in einem zusammengesetzten System zwei Elemente lose gekoppelt sind, und Resonanz zwischen ihnen besteht. Die Stromverteilung ist dann ganz wesentlich von der Dämpfung abhängig. Glücklicherweise ist aber in diesem Falle die Deformation der ursprünglichen Schwingungen gering und zwar um so geringer, je mehr die Methode an Genauigkeit einbüsst. Man kann dann mit den Schwingungszahlen der ungekoppelten Systeme rechnen. Bedenklich ist es unter diesen Umständen allerdings bei der Berechnung der Amplituden die Dämpfung zu vernachlässigen.

§ 2. Die Schwingungszahlen

a) des induktiv gekoppelten Senders Fig. 1. Mit den üblichen Bezeichnungen gelten folgende Ansätze

$$\left.\begin{aligned} E_1 + i\omega L_1 I_1 + i\omega M I_2 &= 0 \\ E_2 + i\omega L_2 I_2 + i\omega M I_1 &= 0 \\ I_1 &= i\omega C_1 E_1 \\ I_2 &= i\omega C_2 E_2 \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Hieraus erhält man

$$\omega^4 - \omega^2 \frac{C_1 L_1 + C_2 L_2}{C_1 C_2 (L_1 L_2 - M^2)} + \frac{1}{C_1 C_2 (L_1 L_2 - M^2)} = 0$$

oder

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{2 C_1 C_2 (L_1 L_2 - M^2)} \left[C_2 L_1 + C_1 L_2 \mp \sqrt{(C_1 L_1 - C_2 L_2)^2 + 4 C_1 C_2 M^2} \right]} \qquad (2)$$

Also die bekannten beiden Schwingungen. Für den Fall der Resonanz $C_1 L_1 = C_2 L_2 = CL$ wird, wenn wir noch setzen $M^2 = \varkappa^2 L_1 L_2$,

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{CL} \frac{1 \pm \varkappa}{1 - \varkappa^2}} \qquad (3)$$

oder auf Wellenlängen umgeformt,

$$\lambda = 2\pi v \sqrt{CL \frac{1 - \varkappa^2}{1 \pm \varkappa}}. \qquad (4)$$

Bezeichnet λ_0 die Wellenlänge der ungekoppelten Kreise, so ist die längere Welle

$$\lambda_1 = \lambda_0 \sqrt{1 + \varkappa} \qquad (5)$$

und die kürzere Welle

$$\lambda_2 = \lambda_0 \sqrt{1 - \varkappa}. \qquad (6)$$

Die Abweichung der schnelleren Schwingung von der ursprünglichen ist also etwas stärker als die der langsameren. Mit abnehmender Koppelung schwindet der Unterschied.

Die drei Wellen stehen in folgender, einfacher Beziehung zueinander.

$$\lambda_0^2 = \frac{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}{2}. \qquad (7)$$

Das arithmetische Mittel der Quadrate der deformierten Wellenlängen ist gleich dem Quadrate der vor der Koppelung vorhandenen Wellenlänge.

Aus den Formeln 5 und 6 ergiebt sich eine Methode, Koppelungsfaktoren experimentell zu bestimmen.

Sind die drei Wellen eines Senders gemessen worden, so erhält man $\varkappa^2$ aus einer der Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} \varkappa^2 &= \left(\frac{\lambda_1^2}{\lambda_0^2} - 1\right)^2 \\ \varkappa^2 &= \left(1 - \frac{\lambda_2^2}{\lambda_0^2}\right)^2 \\ \varkappa^2 &= \left(\frac{\lambda_1^2 - \lambda_2^2}{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}\right)^2 \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Ich möchte die einheitliche Durchführung dieses Messverfahrens für die Praxis empfehlen sowohl für den Geber als den Empfänger, gleichgültig, welcher Art die Koppelung ist. Der Empfänger spricht auf den Sender am besten dann an, wenn seine Koppelung dieselbe ist.[1])

Fig. 1.

1) Hierin liegt eine grosse praktische Schwierigkeit. 1. Die genaue Abgleichung der vier Kreise in Bezug auf Wellenlänge und Koppelungsstärke erfordert die ganze Geschicklichkeit eines mit den Schwingungsvorgängen wohl vertrauten Ingenieurs. 2. Das beste Mittel, sich von den Störungen anderer frei zu machen, besteht zur Zeit noch in der losen Koppelung von Sender und Empfänger (M. Wien). Dadurch wird die Reichweite verringert. Koppelt man im Interesse der Fernwirkung und der Sicherheit des Betriebes anfänglich fest und erst beim Herannahen des Feindes loser, so müssen die Änderungen auf beiden Stationen gleichzeitig vorgenommen werden und gleichartige sein. Lässt man etwa den Sender festgekoppelt, so kann man den lose gekoppelten Empfänger nur auf eine Schwingung abstimmen. Es lassen sich indessen Mittel angeben, um diese Schwierigkeiten zu mindern.

Der Koppelungsgrad des induktiv erregten Senders kann auf drei Arten geändert werden, erstens, indem man die Spulen räumlich gegeneinander verschiebt, zweitens, indem man das Luftgebilde in Bezug auf Selbstinduktion und Kapazität verschiedenartig zusammensetzt, drittens, indem man das gleiche mit dem Erdekondensator [1]) und der sekundären Spule thut. Geringe Selbstinduktion und grosse Kapazität im Luftleiter einerseits und grosse Selbstinduktion und geringe Kapazität im Erregerkreise und dem unteren Teile des sekundären Systems andererseits führt zu strammer Koppelung.

Der Koppelungsfaktor k^2 kann als eine Funktion des Kapazitäts- oder des Selbstinduktionsverhältnisses ermittelt werden. Wir zerlegen zu dem Zwecke die Selbstinduktion der sekundären Spule in zwei Teile, von denen der erstere L_2'' einer ideal fest gekoppelten Spule entspricht, der zweite L_2''' einer solchen, welche ganz ausserhalb des Feldes der Primärspule liegt. Dann ist der Koeffizient der gegenseitigen Induktion

$$M^2 = L_1 L_2'' = \varkappa^2 L_1 L_2$$

und der Koppelungsfaktor

$$\varkappa^2 = \frac{L_2''}{L_2}.$$

Der gekoppelte Teil der sekundären Selbstinduktion steht in einem festen Verhältnis zu der primären Selbstinduktion.
Dasselbe sei

$$\frac{L_2''}{L_1} = a. \tag{9}$$

a ist mit ziemlicher Genauigkeit gleich dem Verhältnis der Quadrate der Windungszahlen der miteinander als vollkommen festgekoppelt anzusehenden Selbstinduktionen.

Folglich wird

$$\varkappa^2 = a \frac{L_1}{L_2} \tag{10}$$

oder auch

$$\varkappa^2 = a \frac{C_2}{C_1}. \tag{11}$$

b) des direkt gekoppelten Senders Fig. 2. Wir bezeichnen die Stromintensitäten in der primären Spule mit I_{1L}, in dem Kondensator mit I_{1C}, in dem Luftleiter mit I_2. Die Selbstinduktion des Luftleiters heisse L'_2.

Dann gelten folgende Beziehungen:

$$\left.\begin{aligned} E &= i\omega L_1 I_{1L} \\ E &= -i I_{1C} \frac{1}{\omega C_1} \\ E &= i I_2 \left(\omega L'_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right) \\ I_{1L} &+ I_{1C} + I_2 = 0. \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

1) Die Kapazität desselben ist als in Reihe mit der Luftleiterkapazität liegend anzusehen. Beide zusammen ergeben unser C_2. Die beste Abgleichung des sekundären Systems in sich wird erreicht, wenn die Schwingung des Luftleiters gleich der der sekundären Spule und des Erdkondensator gemacht wird. Der Indifferenzpunkt der Spannung liegt dann an dem oberen Ende der Spule.

Fig. 2.

Hieraus ergiebt sich

$$\omega^4 - \omega^2 \frac{C_2 L'_2 + C_2 L_1 + C_1 L_1}{C_1 C_2 L_1 L'_2} + \frac{1}{C_1 C_2 L_1 L'_2} = 0.$$

oder

$$\omega = \sqrt{\frac{C_2 L'_2 + C_2 L_1 + C_1 L_1}{2 C C_2 L_1 L'_2} + \mp\sqrt{\left(\frac{C_2 L'_2 + C_2 L_1 + C_1 L_1}{2 C_1 C_2 L_1 L'_2}\right)^2 - \frac{1}{C_1 C_2 L_1 L'_2}}} \tag{13}$$

Also auch hier treten die beiden Schwingungen [1]) auf.

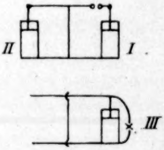

Fig. 3.

Wir setzen von jetzt an wieder Resonanz der beiden Kreise voraus. Dieselbe ist meines Wissens für die direkte Erregung bisher nicht streng definiert worden. Nach der üblichen Annahme besteht Resonanz, wenn die Länge des Luftleiters gleich einem Viertel der Wellenlänge des frei schwingenden Primärkreises ist, also für

oder für $$l = \frac{\lambda_0}{4}.$$

1) Von dem Vorhandensein derselben habe ich mich im Rostocker Institut Ende November 1901 überzeugt. Die Versuchsanordnung entsprach der Fig. 3. Dieselbe stellt eine Nachbildung des Senders dar. Flasche I entspricht der Erreger-, Flasche II der Luftleiterkapazität. An der Flasche III des Resonanzkreises wurden die Spannungen gemessen. Die Analyse der passend verlangsamten Schwingung mit Hilfe des rotierenden Spiegels ergab dasselbe Resultat. Die für die Versuche erforderlichen Apparate waren mir von Herrn Prof. Wachsmuth bereitwilligst zur Verfügung gestellt worden.

$$C_2 L'_2 = C_1 L_1 .$$

Hierin liegt meines Erachtens eine Ungenauigkeit. Der Schliessungsbogen des Flaschenkreises gehört nämlich nicht nur zum primären, sondern auch zum sekundären System.

Wir setzen daher

$$C_1 L_1 = C_2 (L'_2 + L_1) = CL .$$

Gleichung 13 wird hiermit

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{C_2 L'_2}\left(1 + \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \frac{L_1}{L'_2}}}\right)}$$

oder mit

$$\frac{1}{C_2 L'_2} = \frac{1}{CL}\left(1 + \frac{L_1}{L'_2}\right)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{CL}\left(1 + \frac{L_1}{L'_2}\right)\left(1 + \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \frac{L_1}{L'_2}}}\right)} \qquad (14)$$

Zu Gunsten einer leichten Umformung setzen wir

$$1 + \frac{L_1}{L'_2} = \frac{1}{1 - \varrho^2} .$$

Damit wird

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{CL}\,\frac{1 + \varrho}{1 - \varrho^2}} . \qquad (15)$$

Hierin ist

$$\varrho^2 = \frac{L_1}{L_1 + L'_2}$$

oder, da $L_1 + L_2' = L_2$ d. h. gleich der gesamten sekundäre Selbstinduktion ist,

$$\varrho^2 = \frac{L_1}{L_2} \qquad (16)$$

oder auch

$$\varrho^2 = \frac{C_2}{C_1} .$$

§ 3. Gegenüberstellung der beiden Systeme.

Man erkennt, dass die Gleichungen für die Schwingungszahlen beider Systeme 3 und 15 der Form nach übereinstimmen. An Stelle von ϱ in Gl. 15 steht $\varkappa$ in Gl. 3. Sämtliche Folgerungen, welche sich in § 2 über die induktive Koppelung ergeben hatten, gelten daher auch für die direkte.

$\varkappa$ wird gleich ϱ, wenn $a = 1$ ist, d. h. wenn bei der induktiven Erregung der vollkommen festgekoppelte Teil der sekundären Selbstinduktion gleich der primären ist. Der Übergang von der einen Schaltung zur andern lässt sich daher dadurch bewerkstelligen, dass man die primäre und sekundäre Spule auf ein und demselben Kern aufwickelt und nach Ganghöhe und Windungszahl gleichmacht. Da dann beide Spulen von demselben Kraftfeld durchsetzt werden, ist es erlaubt, die Isolation, welche die Drähte trennt, zu entfernen und beide Spulen zu einer einzigen zu vereinigen. Eine Änderung der Strom- und Spannungsverteilung ist dadurch nicht zu gewärtigen.

Damit ist der direkt gekoppelte Sender als ein Spezialfall auf den induktiv gekoppelten zurückgeführt.

Theoretisch ist die induktive Erregung der direkten überlegen. Denn bei gleicher primärer Windungszahl lassen sich mit ihr höhere Koppelungsgrade erreichen und damit lässt sich die in den Flaschen angehäufte Energie mit besserem Nutzeffekt ausstrahlen. Dem steht der praktische Nachteil gegenüber, dass die Abgleichung auf Resonanz nicht so einfach von statten geht. Die Erregerkapazität wird man nämlich nur ungern ändern. Während man nun bei der direkten Koppelung die Selbstinduktion mittels eines Schiebers in der denkbar feinsten Weise abstufen kann, ist man bei der induktiven Koppelung auf das Abschneiden von Drahtstücken angewiesen. Denn ordnet man hier einen Schieber an, so kommt durch den Zuleitungsdraht zu diesem und die aus Isolationsrücksichten bedingte Auseinanderziehung der Windungen viel Streuung in das System, und der Vorteil der festeren Koppelung geht verloren.

Vom Standpunkt des Konstrukteurs und des montierenden Ingenieurs lässt sich noch eine Anzahl Einzelheiten für und gegen das eine und andere System geltend machen. Für Stationen, auf welchen im Betriebe die Schaltung nicht geändert wird, und von denen grosse Reichweite verlangt wird, ist m. E. die induktive Erregung vorzuziehen.

(Eingegangen 27. April 1904.)

Die ponderomotorischen Kräfte, welchen ein homogenes Dielektrikum in einem elektromagnetischen Felde unterworfen ist.

(Antwort an Herrn R. Gans.)

Von Franz Koláček.

Vor kurzem zeigte ich in dieser Zeitschrift (5, 45, 1904), dass die negativen Versuchsergebnisse des Herrn Whitehead jr. [1]) sich mit der Maxwellschen Theorie in Übereinstimmung befinden. Dieser zufolge sollte jedoch ein ballistischer Ausschlag erfolgen, falls man das Dielektrikum einem konstanten elektrischen und einem dazu senkrechten magnetischen Felde aussetzt und das letztere umkehrt. Gleichzeitig sprach ich zum Schlusse des Aufsatzes die Ansicht aus, dass vom Standpunkte der Lorentzschen Theorie kein Ausschlag zu er-

1) J. B. Whitehead, diese Zeitschrift 4, 229, 1903.

warten wäre. Herr R. Gans [1]) erklärt diese Ansicht für falsch und leitet für den hier in Aktion tretenden Antrieb einen Ausdruck her, der sich von dem Maxwellschen nur dadurch unterscheidet, dass statt der als Faktor auftretenden Dielektrizitätskonstante K der Faktor $K-1$ auftritt.

Das Resultat des Herrn R. Gans kommt indes nur dadurch zustande, das er unerlaubterweise zwei Gleichungen miteinander algebraisch verknüpft, in denen dieselben Symbole (E_x etc., M_x etc.) eine verschiedene Bedeutung besitzen.

Die erste dieser Gleichungen stammt von Lorentz [2]) her. Sie ist hergeleitet auf Grund der Annahme, „dass sich die auf die Ionen wirkenden Kräfte $\mathfrak{E}$ unter Umständen zu einer Wirkung vereinigen, welche die Körper selbst in Bewegung zu setzen strebt" (Lorentz, l. c. S. 24). „Ponderable Materie, welche nicht geladen ist, kommt hierbei nur insofern in Betracht, als sie auf die Ionen Molekularkräfte ausübt. Was die elektrischen Erscheinungen betrifft, so hat sie gar keinen Einfluss und geschieht alles so, als ob der von ihr eingenommene Raum nur den Äther enthielte." (Lorentz, l. c. S. 15). Bezüglich des $\mathfrak{E}$ nimmt nun Lorentz an, dass es aus zwei Teilen besteht, deren erster die Wirkung des elektrischen Feldes auf die Ionenladung, der zweite jene des magnetischen Feldes auf den zugehörigen Konvektionsstrom ausdrückt. Durch Transformation des in dieser Weise berechneten Antriebes gelangt Lorentz zu einem aus zwei Teilen bestehenden Ausdruck. Der erste repräsentiert den Zug der Maxwellschen Ätherspannungen auf eine den Körper umschliessende Fläche Ω, der zweite ist die Summe von Volumenkräften. Auf die Raumeinheit entfällt die x-Komponente

$$-\frac{1}{4\pi V}\frac{\partial}{\partial t}(E_y M_z - E_z M_y)$$

(V = Webersche Zahl, E = elektrische, M = magnetische Kraft).

Da die Fläche Ω sich so legen lässt, dass sie den Körper eng umschliesst, so bezieht sich der letzte Ausdruck auf die Volumeinheit des aus ponderabeln Molekülen und Ionen zusammengesetzten Systemes, das im Sinne der Lorentzschen Theorie das Dielektrikum ersetzen soll. Die Kräfte E und M sind offenbar von Ion zu Ion schnell veränderlich, sie können sogar an ihrer Oberfläche ungewöhnlich grosse Beträge annehmen, falls man jene Zahlen benützt, welche sich in letzter Zeit für Grösse und Ladung der Elektronen ergeben haben, aber diese Kräfte sind durchaus nicht identisch mit den langsam veränderlichen Kräften der Maxwellschen Theorie, welche streng kontinuierliche Medien voraussetzt.

Diese letzteren Kräfte sind es nun, welche in der zweiten von Herrn Gans benutzten Gleichung vorkommen, in welcher ja schon die Dielektrizitätskonstante eingeführt ist und nur diese können es sein, da ja Herr Gans bei Berechnung seines Schlussresultates die von mir aus der Maxwellschen Theorie hergeleitete Gleichung mit benutzt.

1) R. Gans, diese Zeitschrift 5, 162, 1904.
2) H. Lorentz, Versuch einer Theorie etc. Leyden 1895.

(Eingegangen 12. April 1904.)

Die Strahlung der Hefnerlampe.

Von Knut Ångström.

1. In einem in dieser Zeitschrift erschienenen Aufsatz hat Herr Hertzsprung einen „Vergleich einiger spektralphotometrischen Resultate" [1]), zusammengestellt aus Langleys Untersuchungen über das Sonnenspektrum und Frl. Else Köttgens photometrischen Messungen über die Strahlung der Hefnerlampe, mitgeteilt, und im Anschluss daran hat in einem späteren Heft der Zeitschrift [2]) Herr O. Tumlirz daran erinnert, dass er bereits 1889 eine indirekte Bestimmung der Energieverteilung in dem sichtbaren Spektrum der Hefnerlampe ausgeführt hat. Da der Vergleich, den Herr Tumlirz zwischen seinen Bestimmungen auf der einen und den Köttgen-Hertzsprungschen auf der andern Seite liefert, bedeutende Divergenzen aufweist, sei es mir erlaubt, hier diese Bestimmungen mit den direkten Messungen über das fragliche Spektrum zusammenzustellen, wie sie von mir neulich ausgeführt und publiziert worden [3]) und die der Aufmerksamkeit der genannten beiden Forscher entgangen sind.

Betreffs der von mir angewandten Versuchsanordnung muss ich mich hier darauf beschränken, auf die ausführliche Beschreibung zu verweisen, die darüber an den citierten Stellen geliefert worden. Die totale Strahlung Q der Hefnerlampe wurde mit dem Kompensationspyrheliometer bestimmt; das Verhältnis $\frac{L_\lambda}{Q}$, wo $L_\lambda = \int_0^\lambda I_\lambda \, d\lambda$, durch eine direkte Methode ohne Anwendung absorbierender Medien. Ich fand, dass Wiens Formel:

$$I_\lambda = C_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} \qquad 1)$$

uns die hieraus abgeleiteten Werte für

1) Hertzsprung, diese Zeitschr. 5, 34, 1904.
2) O. Tumlirz, diese Zeitschr. 5, 156, 1904.
3) K. Ångström, Acta Reg. Soc. Upsal. 1903; Physical Review 17, 302, 1903.

$$L_\lambda = \int_0^\lambda I_\lambda \, d\lambda = C_1 \frac{e^{-\frac{c}{\lambda}}}{c^4} \left\{ \left(\frac{c}{\lambda}\right)^3 + 3\left(\frac{c}{\lambda}\right)^2 + 6\left(\frac{c}{\lambda}\right) + 6 \right\}, \qquad 2)$$

wo $c = \frac{C_2}{T}$, die Beobachtungsresultate innerhalb des sichtbaren Spektrums gut wiedergab, und ich bestimmte die in den Formeln enthaltenen Konstanten in gr. Kal. pro Sek. und Meterkerze.

Vergleicht man nun die aus diesen Formeln berechneten Werte für die Intensität I_λ mit den von Tumlirz und Hertzsprung gegebenen, indem man alle Bestimmungen auf dieselben Ausgangswerte für $\lambda = 0{,}702\ \mu$ reduziert, so erhält man folgende kleine Tabelle.

Wellenlänge	Tumlirz	Hertzsprung	Ångström
0,702	13,0	13,0	13,0
0,656	10,5	8,2	8,4
0,617	8,4	5,2	5,3
0,589	6,4	3,5	3,7
0,560	4,6	2,2	2,4
0,536	3,9	1,5	1,6
0,518	2,5	1,0	1,1
0,500	1,7	0,7	0,8
0,486	1,2	0,5	0,6
0,473	0,9	0,4	0,5

Es scheint hieraus unzweifelhaft hervorzugehen, dass Tumlirz' Bestimmungen, aus Gründen, die ich nicht bestimmen kann, für kürzere Wellenlängen zu grosse Werte für die Intensität ergeben haben. Dagegen ist die Übereinstimmung zwischen den Köttgen-Hertzsprungschen Werten und meinen recht befriedigend.

2. Nach den Untersuchungen, die von Liebenthal[1]), Nichols[2]) u. a. ausgeführt worden, lässt die Hefnerlampe als Lichtnormale hinsichtlich der konstanten Beschaffenheit der Flamme recht viel zu wünschen übrig. Solange es uns indessen nicht gelungen ist, eine andere Normale herzustellen, die besser den Forderungen genügt, wie sie von praktischem und wissenschaftlichem Gesichtspunkt an eine solche zu stellen sind, ist es natürlich von Wert, so gut wie möglich die Beschaffenheit der Lichteinheit kennen zu lernen, die wir einmal besitzen. Da es nicht bloss bei rein photometrischen, sondern auch bei bolometrischen Arbeiten oft von Gewicht ist, die Konstanten zu kennen, die die Strahlung der Hefnerlampe näher bestimmen, stelle ich hier unten die wichtigsten von mir gefundenen Werte auf die Meterkerze bezogen, zusammen nebst einer Tabelle, welche die aus der Formel (1) berechnete Intensität für verschiedene Wellenlängen im Normalspektrum angiebt.

1) Liebenthal, Elektrot. Zeitschr. 16, 655, 1895.
2) Nichols, Sharps and Matthews, Transac. of Americ. Inst. of Electr. Eng., Vol. 13, May 1896.

Gesamt-Strahlung: $Q = 0{,}0000215 \dfrac{\text{sec. cm}^2}{\text{gr. kal.}}$.

Lichteffekt: $\dfrac{L_{0,76}}{Q} = 0{,}0096$,

Licht-Strahlung: $L_{0,76} = 20{,}6 \cdot 10^{-8} \dfrac{\text{sec. cm}^2}{\text{gr. kal.}}$.

$$\left.\begin{array}{r} C_1 = 0{,}016 \\ \dfrac{C_2}{T} = c = 7{,}85\,. \end{array}\right\} \text{in der Formel 1 und 2}$$

In der Tabelle ist I in Grammkalorien pro Sekunde für die Meterkerze angegeben.

λ	$HI_\lambda \times 10^7$	λ	$HI_\lambda \times 10^7$
0,78	23,6	0,58	3,23
0,76	20,6	0,56	2,37
0,74	17,9	0,54	1,69
0,72	15,2	0,52	1,17
0,70	12,8	0,50[1])	0,78
0,68	10,6	0,48	0,50
0,66	8,74	0,46	0,30
0,64	6,99	0,44	0,17
0,62	5,53	0,42	0,09
0,60	4,27	0,40	0,05

1) Sämtliche der folgenden Werte liegen ausser dem Beobachtungsgebiete.

Phys. Institut d. Univ. Upsala.

(Eingegangen 12. Mai 1904.)

Die Wirkung der Lichtintensität auf die Lichtgeschwindigkeit.[1])

Von Thomas E. Doubt.

Jede Messung, welche einen Aufschluss giebt über eine so wichtige physikalische Grösse wie die Lichtgeschwindigkeit, dürfte den Fortschritt der Physik fördern. Die Beziehung zwischen der Lichtintensität und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes ist von grundlegender Bedeutung.

Die gründlichste Untersuchung, welche bisher über die Wirkung der Lichtintensität auf die Geschwindigkeit des Lichtes ausgeführt worden ist, war die Ebertsche.[2]) Ebert untersuchte die Wirkung der Intensität auf die Geschwindigkeit des Lichtes bis auf 1 : 860 000, wobei die Intensität im Verhältnis von 1 zu 20 variiert wurde; als Lichtquelle diente Thalliumlicht. Bei einem anderen Versuch mit dem Licht eines Quecksilberfunkens ($Hg\,\alpha$) wurde die Wirkung bis auf 1 : 840000 untersucht, während die Intensität im Verhältnis von 1 zu 250 variiert wurde. Er benutzte auch manche andere monochromatische Lichtquellen, jedoch

1) Inaugural-Dissertation der Universität Chicago.
2) Wied. Ann. 32, 336, 1887.

wurde der Versuch in keinem anderen Falle auf dieselbe Genauigkeit getrieben. Seine Schlussfolgerung lautete, dass die Wellenlänge und daher die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes bis auf fast $^1/_{1000000}$ von der Intensität des Lichtes unabhängig ist, wenn diese im Verhältnis von 1 zu 250 variiert wird.

Die Ebertsche Arbeit übertrifft an Genauigkeit bei weitem die von Lippich[1]) und Muller.[2])

Prof. Michelson sprach die Ansicht aus, dass die Wirkung der Lichtstärke auf die Lichtgeschwindigkeit sich mit weit grösserer Genauigkeit mit Hilfe eines Interferometers würde untersuchen lassen, wie er dieses beim Messen der Wirkung einer Bewegung des Mediums auf die Geschwindigkeit des Lichtes benutzt hat.[3])

Beschreibung des Apparates.

Die bei dieser Untersuchung benutzte Apparatform ist der von Michelson und Morley bei ihrer Untersuchung der Wirkung einer Bewegung des Mediums auf die Geschwindigkeit des Lichtes angewandten sehr ähnlich. Das von einer Lichtquelle in der Richtung *A* (Fig. 1)

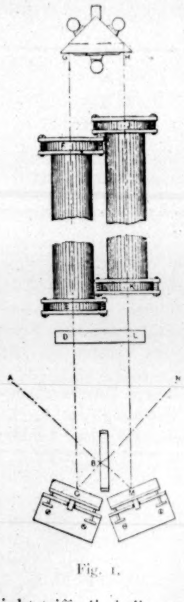

Fig. 1.

kommende Licht trifft die halbversilberte Fläche *B*, woselbst es sich in zwei Teile teilt. Der eine Teil geht den Weg *C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, B*, und der andere Teil den Weg *M, L, K, J, H, G, F, E, D, C, B*. An dem Teilspiegel *B* vereinigen sich die beiden Teile wieder und werden in der Richtung *N* mit dem Auge oder mit dem Fernrohr beobachtet. Die spiegelnden Flächen *C* und *M* sind auf der Vorderseite versilbertes Spiegelglas. *GH* ist ein grosses vierkantiges Prisma; *EF* und *KJ* sind etwa 4,5 cm im Durchmesser haltende Messungröhren, deren Enden mit planparallelen Glasplatten verschlossen sind und *DL* ist eine grosse planparallele Glasplatte, die auf der einen Fläche streifenweise versilbert ist. Ein Streifen ist oben versilbert, so dass nur der eine Strahl unbehindert hindurch kann und ebenso ist unten ein anderer Streifen versilbert, so dass das andere Strahlenbündel frei hindurch kann. Die versilberte Fläche wird dazu benutzt, die Intensität des einen Strahlenbündels zu verkleinern, bevor dieses durch den Apparat hindurchgeht, während der in entgegengesetzter Richtung hindurchgehende Lichtstrahl nicht abgeschwächt wird, bis er den langen optischen Weg zurücklegt. Zahlreiche kleinere planparallele in Streifen versilberte Glasplatten wurden gleichfalls eingeführt, und zwar gewöhnlich nur in den einen Weg zur selben Zeit. Da die Wege identisch sind, kann es keinen Unterschied im Mittelpunkte des Mittelstreifens machen, ob die Platten in *D* oder in *L* eingebracht sind. Im allgemeinen ruft die Einführung einer Glasplatte in den Weg des einen Strahles eine Veränderung der Streifenbreite oder eine Rotation der Streifen um einen Mittelpunkt oder schliesslich sowohl Veränderung als Rotation hervor.

Die Vorteile dieser Anordnung sind sehr erheblich. Der Apparat erlaubt die Benutzung einer umfangreichen Lichtquelle, wie z. B. einer Gas- oder Bogenlampe oder von Sonnenlicht. Ferner gestattet er, dass die Lichtstrahlen unter verschiedenen Umständen einen sehr langen Weg zurücklegen und hierauf nach dem Trennungsspiegel gebracht werden, woselbst sie interferieren. Der eine Strahl legt mit kleiner Intensität einen sehr grossen Weg zurück, während der andere denselben Weg mit grosser Intensität zurücklegt.

Einstellungen und Beobachtungen.

Die Lichtquelle wurde so eingestellt, dass sie ein Strahlenbündel lieferte, welches die Teilfläche in einem Winkel von 45° trat. Alle Flächen wurden annähernd vertikal gemacht. Das rechtwinklige Prisma wurde in genügender Entfernung von der Teilfläche auf einem Libellentische angebracht. Die Spiegel und Prismen wurden von einzelnen Ziegelpfeilern getragen. Die Spiegel bei *C* und *M* wurden so eingestellt, dass sie scharfe senkrechte Streifen ergaben. Die Platte *DL* wurde hierauf in den Weg des

1) Wien. Ber. **272**, 355, 1875.
2) Pogg. Ann. S. 145, 1872.
3) Am. Journ. Sc. (3). **31**, 1886.

Strahles angebracht, und beide Strahlen durch den freien Teil hindurchgelassen; die Platte wurde dann eingestellt, bis die Streifen wieder scharf und senkrecht waren. Die Lage des Mittelstreifens wurde notiert und die Platte sorgfältig verschoben, so dass ein Silberstreifen einen Weg versperrte. Dann wurde die Lage des Mittelstreifens wieder notiert.

Dieses Verfahren wurde zunächst mit Luft zwischen dem rechtwinkligen Prisma und den Spiegeln angewandt, wobei der Abstand derselben ungefähr 220 cm betrug. Bei sehr dichten Silberfilms war die selektive Absorption beträchtlich, während bei Films von mittlerer Dichte die Wirkung ungefähr dieselbe war, als wenn eine leichte Wolke über die Sonne gekommen wäre; die Intensität wurde nur wenig verringert und die Farben änderten sich nur unbeträchtlich. Diese Wirkung der selektiven Absorption ist beträchtlicher, wenn man mit dem Photometer die durchgelassene Lichtmenge bestimmt. Der gesamte optische Weg, welchen die beiden Strahlen unter verschiedenen Verhältnissen zurücklegen, beträgt 460 cm. Dies wurde in der Weise berechnet, dass man die Entfernung im Glase und den Brechungsindex des Glases, sowie die Entfernung in der Luft in Rechnung zog. Wenn man als durchschnittliche Wellenlänge 0,000057 cm annimmt, so beträgt der optische Weg mehr als 8 Millionen Wellenlängen. Wenn man annimmt, dass ein Verschieben um ein 30stel der Streifenweite sich ohne weiteres feststellen lässt, so würde sich eine Veränderung der Geschwindigkeit um 1:240000000 oder eine Veränderung von 124 cm per Sekunde feststellen lassen.

Bei der Feststellung der Empfindlichkeit der Methode wurde eine Reihe von Einstellungen des Okularmikrometers des Beobachtungsfernrohrs auf die dunklen Streifen ausgeführt, welche den Mittelstreifen begrenzen. Der Schnittpunkt des diagonalen Fadenkreuzes (Fig. 2) wurde

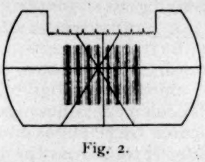

Fig. 2.

zur Bestimmung der Lage der Streifen benutzt. Die Figur stellt das Gesichtsfeld des Fernrohres dar, wobei die beiden am Mikrometer befestigten Vertikaldrähte entfernt sind, um die Streifen deutlicher zu zeigen. Die Streifen wurden gewöhnlich so eingestellt, dass sich 7 im Gesichtsfeld befanden.

Folgende Ergebnisse wurden bei weissem Lichte erhalten:

Ablesung des Mikrometerkopfes mit 3 Umdrehungen zwischen jeder Einstellung, zunehmend von links nach rechts.

Die Summe der Differenzen beträgt 589,52. Der durchschnittliche Fehler bei einer Beobachtung ist 9,81 oder 2,5 Proz. Der wahrscheinliche Fehler des Resultats ist 1, 18 oder 0,29 Proz. Die Schlussfolgerung scheint nach obigen Ergebnissen berechtigt zu sein, dass,

Tabelle I.

		Breite des Mittelstreifens	Differenz gegen den Mittelwert
Links	74,4	377,2	—19,1
Rechts	52,6	392,6	— 3,7
Links	60,0	394,6	— 1,7
Rechts	54,6	399,0	2,7
Links	64,4	408,6	12,3
Rechts	63,2	402,5	6,2
Links	60,3	400,7	3,4
Rechts	61,4	—	—
		Mittel 396,3	Änderung 7,01

wenn eine Verschiebung um ein Hundertstel der Breite eines Streifens stattfand, sich diese leicht würde feststellen lassen. Im folgenden habe ich angenommen, dass sich eine Veränderung um ein Dreissigstel Streifenbreite mit Sicherheit feststellen lässt.

Ich benutzte eine grosse Anzahl Silberfilms von zunehmender Undurchsichtigkeit, bis ich einen fand, durch welchen das Licht gerade noch sichtbare Interferenzstreifen hervorrufen konnte. Die durch den Silberfilm durchgelassene Lichtmenge wurde mit dem Glanschen Photometer gemessen. Der Film liess 1:290000 hindurch. Auf diese Weise legt ein Strahl einen Weg von 460 cm mit einer Intensität zurück, welche nur 1:290000 von der des anderen Strahles ist, und wenn eine Geschwindigkeitsveränderung von 124 cm pro Sekunde stattfand, so würde diese sich entdecken lassen. Es fand aber keine Verschiebung des Mittelstreifens statt. Nun wurden die Röhren eingeführt und der Versuch wiederholt. Hierbei enthielten die Röhren Luft. Keinerlei neue Tatsachen traten auf. Die Streifen waren, wenn die Röhren sich im optischen Wege befanden, etwas kontinuierlicher als ohne dieselben. Wenn die Röhren mit destilliertem Wasser angefüllt sind, so ist der optische Weg grösser als in Luft. In dem einen Falle waren die Röhren je 200 cm lang. Der optische Weg betrug 593,4 cm oder 10400000 Wellenlängen in Luft. Wenn eine Intensitätsveränderung eine Geschwindigkeitsveränderung von 100 cm pro Sekunde hervorriefe, so würde diese sich feststellen lassen.

Die Ergebnisse der beiden Versuchsreihen lassen sich folgendermassen in Tabellenform bringen:

Tabelle II.

Verhältnis der Intensitäten		Länge der optischen Wege	Geschwindigkeitsveränderung, die sich feststellen liesse
Luft . .	1:290000	460 cm	124 cm per sec
Luft . .	1:290000	1000 „	57 „ „ „
Wasser .	1:250000	593 „	100 „ „ „
Wasser .	1:43000	1289 „	42 „ „ „
Schwefelkohlenstoff	1:43000	707 „	80 „ „ „

Der Versuch wurde so gemacht, dass man die Streifen einstellte, bis sie mit der Senkrechten einen Winkel bildeten. Der Silberfilm wurde eingebracht und die Lage des Mittelstreifens notiert. Bei Winkeln von ungefähr 45^0 resp. 135^0 und bei horizontalen Streifen wurde keine Verschiebung beobachtet. Hieraus lässt sich schliessen, dass eine Veränderung der Winkeleinstellung ohne Wirkung ist.

Diese Versuchsergebnisse bei durch Luft gehendem Licht berechtigen zu der Schlussfolgerung, dass eine Intensitätsveränderung von 1:290000 die Lichtgeschwindigkeit nicht um 57 cm pro Sekunde verändert. Bei Wasser ruft eine Intensitätsveränderung von 1:43000 keine Veränderung von 42 cm pro Sekunde hervor. Bei Schwefelkohlenstoff ruft dieselbe Intensitätsveränderung keine Geschwindigkeitsveränderung von 80 cm pro Sekunde hervor. Es scheint sehr wahrscheinlich nach den mit dem Okularmikrometer vorgenommenen Einstellungen, dass sich eine Verschiebung von einem Fünfzigstel der Breite eines Streifens würde feststellen lassen. Daher übt eine Intensitätsveränderung im Verhältnis von 1:40000 im Wasser auf die Geschwindigkeit keine Wirkung von 1:1000000000 aus.

Ich bin Herrn Prof. Michelson für seine wertvollen Anregungen zu Dank verpflichtet. Herr Dr. Mann sowie die Angestellten des Ryersonschen Physikalischen Laboratoriums haben mich wirksam unterstützt.

Universität Chicago, den 4. Mai 1903.

(Aus dem Englischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 18. April 1904.)

Entgegnung auf die Bemerkungen des Herrn F. Ehrenhaft „Zur optischen Resonanz". [1])

Von F. Pockels.

In einer Mitteilung in Nr. 13 dieser Zeitschrift sucht Herr Ehrenhaft die Einwände zu widerlegen, welche ich vor einiger Zeit gegen die Anwendbarkeit der J. J. Thomsonschen Theorie der Zerstreuung elektrischer Wellen an kleinen Metallkugeln auf das optische Verhalten der kolloidalen Metalllösungen erhoben habe. [1])

Mein erster Einwand bezog sich darauf, dass es unzulässig ist, das Verhalten der Metallteilchen gegen Lichtwellen noch auf Grund des für stationären Strom geltenden Leitungsvermögens zu berechnen und dass, wenn man statt dessen das aus den optischen Eigenschaften der massiven Metalle abgeleitete Leitungsvermögen einführt, die beiden bei Thomsons Berechnung des Polarisationsmaximums der zerstreuten Wellen gemachten Voraussetzungen (siehe unten) miteinander unvereinbar werden. Demgegenüber teilt nun Herr Ehrenhaft (l. c. S. 388) eine Tabelle mit, welche zeigen soll, dass auch dann noch zwischen der von der Thomsonschen Rechnung geforderten unteren und oberen Grenze für die Durchmesser $2a$ der Metallkügelchen ein hinreichender Spielraum bleibe. Für jene Grenzen folgen nun aus den Voraussetzungen Thomsons, dass $2a\pi$ einerseits klein gegen die Wellenlänge λ' im umgebenden Medium, andererseits gross gegen $\sqrt{T\sigma}$ (— wo τ die Schwingungsdauer, σ die spez. Leitfähigkeit des Metalls ist —) sein soll, die Werte $\frac{\lambda'}{\pi}$ und $2\frac{\sqrt{T\sigma}}{2\pi}$, nicht, wie Herr Ehrenhaft annimmt, λ' und $\frac{\sqrt{T\sigma}}{2\pi}$. An Stelle der in dessen Tabelle I angegebenen Zahlen müssen demnach folgende gesetzt werden:

	obere Grenze	untere Grenze für $2a$
Gold	$1,4\cdot 10^{-5}$	$1,86\cdot 10^{-5}$
Silber	$1,4\cdot 10^{-5}$	$2,18\cdot 10^{-5}$
Platin	$1,4\cdot 10^{-5}$	$0,65\cdot 10^{-5}$

Es ergiebt sich also nur für Platin die geforderte „obere" Grenze wirklich grösser als die „untere", aber auch hier ist das Intervall zwischen beiden so klein, dass irgendein ihm angehörender Wert $2a$ weder als sehr klein gegen die obere, noch als sehr gross gegen die untere Grenze gelten kann, wie es bei der von Herrn Ehrenhaft herangezogenen Thomsonschen Rechnung vorausgesetzt ist.

Inwieweit die Polarisationsverhältnisse des von den kolloidalen Metalllösungen diffus reflektierten Lichtes sich ungeachtet der Unanwendbarkeit der Thomsonschen Endformeln etwa doch durch die Reflexion an kleinen metallischen Kugeln erklären liessen, wenn man diese streng, d. h. unter Berücksichtigung der dem betreffenden Metall zukommenden optischen Konstanten behandeln würde, will ich (wie schon in meiner früheren Mitteilung gesagt) dahingestellt sein lassen; ich wollte nur darauf hinweisen, dass man auf die angenäherte Über-

1) Felix Ehrenhaft, Zur optischen Resonanz. Diese Zeitschr. 5, 387, 1904.

1) F. Pockels, diese Zeitschr. 5, 152, 1904.

einstimmung der Beobachtungen mit dem Thomsonschen Rechnungsergebnis für das Polarisationsmaximum keine Schlüsse über die Natur und Grösse der suspendierten Teilchen zu gründen berechtigt ist, und ich muss diese Behauptung gemäss der obigen Darlegung auch jetzt noch aufrecht erhalten. —

Herr Ehrenhaft verteidigt zweitens seinen Erklärungsversuch der Absorption der Metalllösungen durch „optische Resonanz" der suspendierten Metallkügelchen, indem er aus der Lage des Absorptionsmaximums die Teilchendurchmesser berechnet (Tabelle II, l. c. S. 390). Die so gefundenen Werte von $2a$, nämlich 0,76 bis $1,2 \cdot 10^{-5}$ cm für Pt, 1 bis $1,3 \cdot 10^{-5}$ für Au, 0,8 bis $1,1 \cdot 10^{-5}$ für Ag genügen aber ebenfalls nicht der Bedingung, klein gegen $\frac{\lambda'}{\pi}$ ($= 1,4 \cdot 10^{-5}$ für mittleres Licht) zu sein, und so bleibt also auch meine Feststellung (l. c. S. 154) bestehen, dass die Erklärung der Absorption durch Resonanz unvereinbar ist mit der gleichzeitigen Anwendung der Thomsonschen Formeln für die Polarisation des zerstreuten Lichtes.

Somit kann ich den Schluss, zu welchem Herr Ehrenhaft in seiner Mitteilung gelangt, nicht als begründet anerkennen.

Heidelberg, 10. Juli 1904.

(Eingegangen 11. Juli 1904.)

Zeitbestimmung für kleine Fallräume nach der Methode von Radacovič.

Apparat für das physikalische und elektrotechnische Praktikum von M. Th. Edelmann, München.

Die von Radacovič-Innsbruck veröffentlichte interessante Methode[1]), minimale Zeiträume zu messen (vermittels Kondensator-Entladung durch einen induktionsfreien Widerstand hindurch), ist wegen der damit verknüpften instruktiven Beobachtungen, Berechnungen und Apparaten-Zusammenstellungen zu Übungszwecken besonders geeignet.

Ein Kondensator mit der Kapazität C enthalte die Elektrizitätsmenge q_0; wird derselbe während einer Zeitdauer t durch einen induktionsfreien Widerstand $= R$ entladen und bleibt dann noch ein Rest von Elektrizität $= q$ im Kondensator zurück, so besteht die Gleichung

$$q = q_0 e^{-\frac{t}{R.C}}$$

Radacovič verbindet nun die beiden Belegungen eines Kondensators mit einer Stromquelle und parallel hierzu noch durch einen passenden Widerstand. Indem er zwei hintereinander aufgestellte Drahtgitter vermittels eines Geschosses zerreissen lässt und hierdurch zuerst die Verbindung des Kondensators mit der Stromquelle und hierauf jene des Kondensators mit dem Widerstande unterbricht, ferner vermittels Schwingungsgalvanometers die anfängliche und dann die Restentladung des Kondensators misst, bestimmt er die Geschwindigkeit moderner Geschosse innerhalb Strecken von nur 8 cm während ihrer Flugbahn. Vermittels des Helmholtzschen Pendel-Unterbrechers kann man leicht nachweisen[1]), dass mit der vorliegenden Methode Tausendstel Sekunden, ja noch viel kleinere Zeitdauern auf mindestens drei Stellen genau gemessen werden können.

Solche Zeitbestimmungen in ihrer Anwendung auf den freien Fall und die Fallmaschine Fig. 1

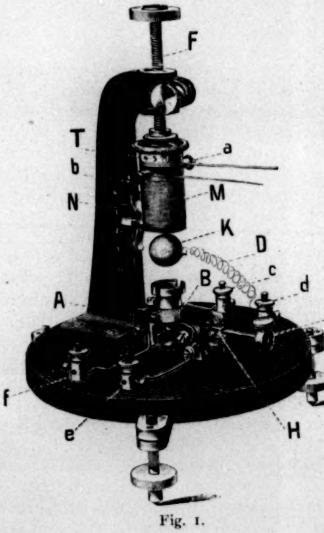

Fig. 1.

erklären sich aus beistehender Skizze Fig. 2; in letzterer bedeuten E_1 und E_2 zwei Stromquellen (je zwei kleine Akkumulatorzellen), w einen Stöpselrheostaten; S_1, S_4 sind zwei einfache, S_2, S_3 ein doppelter hochisolierter Stromschlüssel, G das Schwingungsgalvanometer, C ein Kondensator, R der induktionsfreie Widerstand[2]); D ist eine aus feinem Drahte gebogene Spirale, welche die Kugel K mit Klemme d verbindet, jedoch die freie Bewegung von K nicht hindern darf.

1) M. Radacovič, Sitzungsber. d. k. k. Akad. der Wissensch. zu Wien. **109**. Abt. IIa. 1900.

1) Annalen d. Physik, vierte Folge. **3**, 274.

2) Vom Apparatenverzeichnis Nr. 25 der Edelmannschen Werkstätte eignen sich: Schlüssel Nr. 1180—1184; Kondensator 1057—1066; Widerstände S. 44 etc.; Galvanometer Nr. 1400, 1405, 1410.

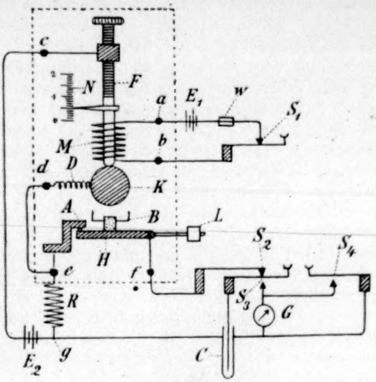

Fig. 2.

Die Kugel K hängt, wenn vermittels des Stromschlüssels S_1 der Stromkreis E_1, a, M, b, S_1, w, E_1 geschlossen wird, am Kerne F des Elektromagneten M. Die metallische Berührung zwischen K und F schliesst den Stromkreis E_2, R, e, d, D, K, F, c, E_2. Gleichzeitig führt eine Strombahn von e durch den Kontakt A nach f und über S_2 zu einer Belegung des Kondensators C, während die andere Belegung durch den Verteilungspunkt g mit E_2 und R verbunden ist. Durch E_2 wird der Kondensator auf einer gewissen Ladung erhalten bis zu dem Augenblicke, in dem durch Öffnen des Schlüssels S_1 die Kugel K von F abfällt; der Kondensator entlädt sich nunmehr durch R hindurch bis zu dem Momente, in welchem die Kugel auf das Bernsteinstück B am Hebel H auffällt und dadurch den Kontakt A aufschlägt.

Die übrigen Drahtverbindungen zwischen S_2, S_3, G, S_4 zeigt die Skizze; S_4 dient, wenn G ein Drehspulen-Galvanometer ist, zum Kurzschliessen desselben (aperiodischen Zurückführen der Skala auf Null).

Der Elektromagnet F endigt nach oben in eine Mikrometerschraube, mit der man Fallhöhen bis zu 30 mm einstellen kann, was an Maassstab N und Mikrometertrommel T abgelesen wird (genau auf $\pm$ 0,01 mm). In der Skizze Fig. 2 sind die dem Fallapparate selbst angehörenden Teile durch eine punktierte Linie eingegrenzt.

Die Fallhöhe Null bestimmt man dadurch, dass zwischen die Klemmen e und f ein Stromkreis mit Galvanoskop oder elektrischer Klingel eingelegt wird, und man nun, während die Kugel am Elektromagneten hängt, die Schraube F gerade so viel herunterschraubt, bis sich der Kontakt A löst; man hört übrigens sehr gut, wenn das Gegengewicht L mit dem Finger gehoben und dann niederfallen gelassen wird (Genauigkeit $\pm$ 0,01 mm), ob der Hebel H bei A metallisch aufschlägt, oder ob das Bernsteinstück B an die Kugel fällt; ferner lässt sich mit Hilfe der gewöhnlichen Mittel (Kathetometer etc.) der Abstand zwischen Kugel und Bernsteinmeniskus ausmessen und die Millimeterschraube F auswerten.

Der Vorgang beim Messen ist folgender. Man stellt zunächst auf eine bestimmte Fallhöhe ein, schliesst hierauf S_1 und hängt die Kugel von Hand an den Elektromagneten. Nun bethätigt man den Kontakt S_3, beobachtet am Schwingungsgalvanometer den der Elektrizitätsmenge q_0 proportionalen Ausschlag und schliesst sodann S_4, bis sich das Galvanometer wieder auf Null eingestellt hat.

Nunmehr schwächt man durch Einhalten von Widerstand bei w (durch vorhergehende Versuche ausprobiert) den Strom im Elektromagneten so weit, dass die Kugel eben nur noch hängen bleibt, öffnet S_1, worauf die Kugel abfällt, und schliesst sofort S_3, wobei man endlich den q proportionalen Ausschlag abliest.

Beispiel: Fallhöhe 1 mm, $R = 100000$ Ohm, $C = 0{,}5$ Mikrofarad; Ausschläge für $q_0 = 122{,}6$, für $q = 92{,}0$ Doppelmillimeter

$$f = (l\,122{,}6 - l\,92{,}0) \cdot 10^{-5} \cdot 10^{9} \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-15} = 0{,}01436 \text{ sec.}$$

Dagegen berechnet sich aus dem Fallgesetze:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}1}{981{,}1}} = 0{,}01427 \text{ sec.}$$

(Eingegangen 11. Mai 1904.)

Neue Quecksilber-Luftpumpen.[1,2]

Von Fortunato Florio.

Einige von mir ersonnene und konstruierte Luftpumpen haben mir so zufriedenstellende Ergebnisse geliefert, dass ich sicher bin, sie dürften in jeder Hinsicht denen von Geissler, Sprengel, Bessel-Hagen, Guglielmo u. s. w. überlegen sein, welche ich des Öfteren zu versuchen Gelegenheit gehabt habe. Sie wirken thatsächlich viel schneller als die letzteren, sind ganz aus Glas und aus einem Stück bestehend und ohne alle Hähne; sie werden durch bequeme rotierende Bewegungen bethätigt, welche bei einigen von ihnen immer gleichförmig und in gleichem Sinne ausgeführt und daher von einem Motor bewerkstelligt werden können.

1) Das Verfahren zur Patentierung dieser Pumpen ist im Gange und wird beim Erscheinen dieser Veröffentlichung sicherlich beendet sein.

2) Nuovo Cimento (5), 5, April 1903.

Ferner kommt bei ihnen das Quecksilber, welches als Kolben dient, niemals mit der äusseren Luft in Berührung und kann daher trocken und sauber erhalten werden; die letzten Luftblasen werden in einen luftverdünnten Raum getrieben; es können auch nicht die geringsten Luftspuren eindringen; bei vorgeschrittener Verdünnung findet kein Mitführen von Luft durch das Quecksilber statt, u. s. w.

Aus all diesen Gründen gestatten sie, mit Bequemlichkeit die äussersten möglichen Verdünnungen zu erreichen und aufrecht zu erhalten.

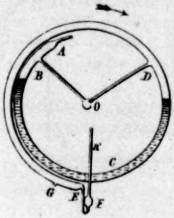

Fig. 1.

Modell *A*. — Es sei (Figur 1) *ABCDE* ein Glasrohr, dessen Achse in der Zeichnungsebene eine Spirale mit dem Mittelpunkt *O* und einem grössten Krümmungsradius 60 cm beschreibt. Ein anderes gerades Glasrohr von 2 cm Durchmesser und 120 cm Länge, welches ich *a* nennen will, sei so angeordnet, dass seine Achse senkrecht zur Zeichnungsebene durch *O* geht und nach vorne um 40 cm hervorragt; es ist durch den kleinen Kreis bei *O* angedeutet. Vom vorderen Ende von *a* gehen zwei Röhrchen aus, welche bei *B* und *D* in *ABCDE* eingeschmolzen sind. Die Strecke *BCD* betrage etwas mehr als einen halben Umlauf. Das Spiralrohr beginnt mit einem geschlossenen Röhrchen und endet mit einem anderen von 1,5 mm Öffnung. Dieses ist umgebogen und ragt um etwa 15 cm nach hinten aus der Zeichnungsebene heraus, und zwar senkrecht zu derselben, ist dann nochmals umgebogen und an eine kleine Kugel *F* von 30 cm^3 Inhalt angeschmolzen. Diese trägt ein anderes Röhrchen *a'* von 1 mm Lichtweite, welches zum vorderen Ende von *a* führt und an diesem entlang bis auf 1 cm vom andern Ende geht. Der grösseren Deutlichkeit wegen habe ich den Ansatz in *E* in der Lage dargestellt, die er einnehmen würde, wenn er nach einer Drehung um 90^0 in die Zeichnungsebene gelegt würde.

Man denke sich das beschriebene System so angeordnet, dass die Achse von *a* um 45^0 gegen den Horizont geneigt sei und dass die hinteren Enden von *a* und *a'* nach unten gerichtet seien, und so, dass das System um die genannte Achse drehbar sei. Des weiteren mögen die unteren Enden von *a* und *a'* in ein Gefäss mit Quecksilber tauchen. Durch den Boden dieses Gefässes geht ein feines Rohr, welches von dem auszupumpenden Rezipienten herkommt und innerhalb von *a* bis zu dessen oberem Ende geht, wo es auf dem Grunde eines kleinen Napfes mit einem Trockenmittel endet. Durch ein Röhrchen *G* wird in das Spiralrohr so viel Quecksilber gegossen, dass etwas mehr als ein halber Umgang damit gefüllt ist; dann bringt man den Apparat in die bezeichnete Lage und verschliesst *G* mit einem Tröpfchen geschmolzenen Siegellacks.

Man drehe *ABCDE* im Sinne des Pfeiles: ein Teil der Luft aus dem Raume *DGE* wird durch *a'* ausgetrieben werden, während in *a* und dem auszupumpenden Rezipienten eine Verdünnung eintreten wird; ist etwa $^1/_3$ davon ausgetrieben, so drehe man im entgegengesetzten Sinne: es wird ein Moment eintreten, wo etwas von der aus dem Röhrchen bei *D* kommenden Luft ohne Schaden durch das Quecksilber aufzusteigen und den oben genannten Raum zu erfüllen beginnt; während dieser zweiten Drehung wird in *a* eine kleine Druckzunahme eintreten. Wenn das Quecksilber über *D* hinausgelangt ist, drehe man wieder im ersten Sinne: es wird von neuem Luft ausgetrieben werden und eine zweite Luftverdünnung eintreten; darauf drehe man wieder im entgegengesetzten Sinne, bis das Quecksilber über *D* hinausgeht, und so fort. Die Luftaustreibungen bei der Drehung im Sinne des Pfeiles müssen so sein, dass während der darauf folgenden Drehung im entgegengesetzten Sinne die aus dem Röhrchen in *D* austretende Luft nicht durch übermässig lange Quecksilbersäulen aufzusteigen hat.

Wenn die Verdünnung weit vorgeschritten ist, dringt das Quecksilber bis in *F* vor. Dann funktioniert die Pumpe viel schneller als die gegenwärtig gebräuchlichen Quecksilberpumpen, denn das Quecksilber im Spiralrohr kann mit grosser Geschwindigkeit gleiten, es brauchen keine Hähne gehandhabt zu werden, und man hat nur bequeme Drehungen auszuführen. Wenn schliesslich der Druck in *a* unter 1 mm ist, kann man mit der umgekehrten Drehung beginnen, sobald die Bläschen aus *DGE* in *F* angelangt sind; es genügt dann nämlich, die in der kleinen Kugel *F* angesammelte Luft von Zeit zu Zeit auszutreiben. Die Dimensionen von *F* und den anstossenden Röhren sind so bemessen, dass *F*, wenn es während einer Drehung sich mit Quecksilber gefüllt hat, sich durch die während der folgenden eintretende Ausdehnung der Luft in *a'* niemals ganz entleert.

Will man nach erfolgter Verdünnung die äussere Luft in den Apparat eintreten lassen, so braucht man nur das Spiralrohr zu drehen,

bis alles Quecksilber in das Ende *BCD* gelangt, und dann das Siegellacktröpfchen zu erwärmen, durch welches die feine Mündung eines dem Röhrchen *G* ähnlichen, an *a* nahe seinem oberen Ende angeschmolzenen Röhrchens verschlossen ist.

Um den erreichten Verdünnungsgrad zu messen, muss man den Apparat im zweiten Sinne drehen, so dass die Luft aus dem Raume *BA*, dessen Volumen schon vorher bestimmt ist, in das kleine Röhrchen bei *A* zusammengepresst wird, dann hier das reduzierte Volumen ablesen, während der zugehörige Druck durch den Niveauunterschied des Quecksilbers in *ABCDE* gegeben wird. Ich habe auf diese Weise nachweisen können, dass ich die denkbar weitest getriebenen Verdünnungen erreicht habe.

Es ist zu bemerken, dass, sobald der Druck in *a* kleiner als etwa 30 cm geworden ist, der beschriebene Apparat auch funktionieren kann, wenn man ihm eine nur im Sinne des Pfeiles verlaufende Drehung erteilt. Dann kann der Betrieb durch einen Motor erfolgen. Bei jeder Umdrehung wird in dem Spiralrohr ein Quecksilberfall erfolgen, infolgedessen eine Absperrung von Luft und darauf eine Austreibung derselben. Will man die Pumpe in dieser Weise arbeiten lassen, so ist es zweckmässig, die Strecke *DGE* wenigstens einen Umgang lang zu machen.

Bei dem beschriebenen Apparat hat das Spiralrohr unbequeme Dimensionen; um diesen Übelstand zu vermeiden, habe ich daran gedacht, die Konstruktion abzuändern, und habe so die folgenden Modelle erhalten, welche mir gleichfalls sehr gute Ergebnisse geliefert haben.

Modell B. — Man denke sich den grössten Krümmungsradius von *ABCDE* auf 40 cm reduziert und das Ende *DGE* regelmässig deformiert, als ob seine Teilchen im Sinne von *a* um von *D* nach *E* hin regelmässig bis zu einem Maximalbetrag von 40 cm in *E* wachsende Strecken nach unten hin verschoben wären; dann kann man im Innern des so abgeänderten Rohres *ABCDE* Unterschiede im Quecksilberniveau erhalten, welche nicht geringer sind als die im Spiralrohr des Modells *A* enthaltenen, und die so erhaltene Pumpe wird ganz wie die andere wirken können und dabei bequemere Dimensionen haben.

In Figur 2 habe ich einen Längsschnitt eines Modells dargestellt, welches ich von dem in Rede stehenden Apparat angefertigt habe. *HK* stellt das Stativ desselben dar, auf welchem bei *H* ein Paar langer Lager befestigt ist; diese sind mit einer Druckschraube *V* versehen, durch welche ein in ihnen drehbarer Hohlcylinder unbeweglich festgestellt werden kann. Dieser Cylinder trägt das in seinem Innern befestigte Rohr, welches wir früher *a* genannt

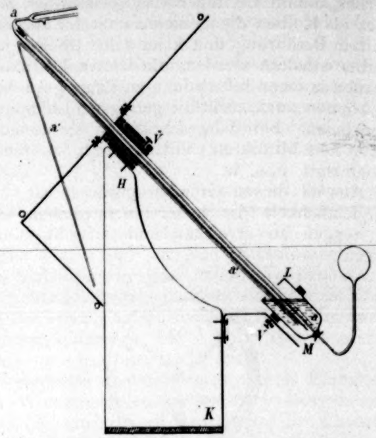

Fig. 2.

haben; er trägt ferner eine genau senkrecht angelötete dicke Metallscheibe und hat eine Längsöffnung, um das vorhin mit *a'* bezeichnete Rohr durchzulassen. An der Scheibe sind noch radial und symmetrisch vier eiserne Balken befestigt von je 40 cm Länge; einer derselben, ich will ihn (1) nennen, ist parallel zu *a* nach unten hin um weitere 40 cm verlängert; einer der folgenden, ich nenne ihn (2), ist in ähnlicher Weise um weitere 20 cm verlängert. Das Spiralrohr ist (mit dem Ende *E* und dem anstossenden Ansatzstück) an der Verlängerung von (1), ferner an der Verlängerung von (2), am Balken (3), an (4), an (1) und an (2) befestigt. *LM* stellt endlich das Gefäss dar: es ist eine umgekehrte Flasche mit durchbohrtem Boden und trägt einen Ring mit Bohrung und Klemmschraube, womit es an einem an das Stativ des Apparates angeschraubten Eisenbalken befestigt werden kann. Durch seinen Hals geht, wie man sieht, das Röhrchen, welches den auszupumpenden Rezipienten mit dem oberen Ende des Innenraumes von *a* verbindet; dieses Röhrchen mündet dann auf dem Boden eines Näpfchens mit Phosphorsäureanhydrid. Am Stativ der Pumpe ist ein Eisenbalken befestigt, welcher den auszupumpenden Rezipienten trägt.

Bei diesem Modell habe ich es bequemer gefunden, dem gewöhnlichen Ansatzstück des Spiralrohres die in Figur 3 gezeichnete Form zu geben.

Modell C. — Man denke sich an dem ersten Apparat das Röhrchen in *B* beseitigt, das Ende *A* in Verbindung gebracht mit einem Rezipienten, in welchem immer ein Druck von einer halben Atmosphäre wäre, und den gröss-

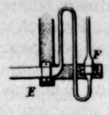

Fig. 3.

ten Krümmungsradius des Spiralrohres auf die Hälfte reduziert. Dann kann man durch Drehung des Apparates im Sinne des Pfeiles die Luft in DGE auf mehr als eine Atmosphäre komprimieren und dann austreiben, während bei einer Drehung im entgegengesetzten Sinne das Quecksilber über D hinausgehen kann, ohne in GE hinein zu fallen. Man gelangt so zu einer weiteren Luftpumpe von sehr bequemer Handhabung.

Bei einem Modell, welches ich mir gebaut habe, um diese Pumpe angenähert zu realisieren, hat das Spiralrohr einen Durchmesser von 2 cm, einen grössten Krümmungsradius von 40 cm, und ist zwei Umläufe lang; es endet in einer Kugel von 600 cm^3 Inhalt, welche mit einer kleinen Öffnung versehen ist. Das eben genannte Spiralrohr und die Kugel kann man sich durch die punktierten Linien in der Figur 5 dargestellt denken, welche sich jedoch auf einen anderen, später zu beschreibenden Apparat bezieht: in E' müsste das übliche Ansatzstück dargestellt sein, und in D' die Einmündung des von a zum Spiralrohr führenden Röhrchens. Das Gefäss, sowie a und a' sind in Lagern verlegt, welche um 50 cm tiefer sitzen als bei dem in Figur 2 dargestellten Modell.

Ich habe in gewohnter Weise die bekannte Quecksilbermenge in das Spiralrohr eingeführt, darauf das Gefäss gesenkt, so dass die Enden von a und a' frei waren, und so den Apparat gedreht, um das Quecksilber in die Nähe der Kugel zu bringen, und die feine Öffnung der Kugel mit einem Tropfen geschmolzenen Siegellacks verschlossen. — Dann habe ich das Gefäss gehoben und im umgekehrten Sinne gedreht, bis das Quecksilber etwa 20 cm über D' hinausgekommen war und auf diese Weise die erste Luftaustreibung bewirkt; bei den folgenden Austreibungen verfuhr ich wie mit dem Modell A und gelangte mit grosser Schnelligkeit zu den gewohnten äussersten Verdünnungen. Zum Schluss habe ich den Apparat gedreht, um die ganze Strecke $D'G'E'$ von Quecksilber zu entleeren und in gewohnter Weise die äussere Luft eintreten lassen.

Zusammengesetztes Modell D. — Ich habe gesucht, einen Apparat von bequemen Dimensionen und bequemer Handhabung herzustellen, welcher mit gleicher Geschwindigkeit wie die Kolbenpumpen arbeiten und dabei ein so hochgradiges Vakuum herstellen sollte, wie man es mit den Quecksilberpumpen zu erreichen pflegt, und so habe ich folgendes Modell konstruiert, welches mir auch ausgezeichnete Resultate geliefert hat.

Dasselbe besteht aus zwei übereinander liegenden Teilen; der eine derselben, in welchen auch nicht die geringsten Luftspuren von aussen eindringen können, dient dazu, Verdünnungen bis herunter zu einigen cm zu erhalten; der andere Teil dient dazu, dieselben bis zu den äussersten Grenzen zu treiben. Figur 4 stellt

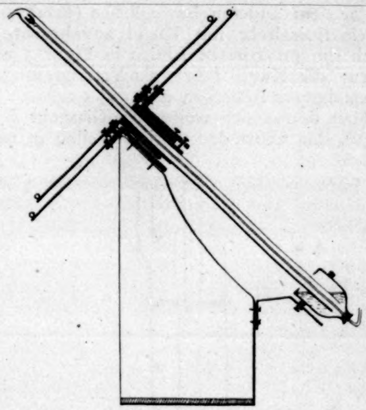

Fig. 4.

einen Längsschnitt des Modells dar, Figur 5 die Glasteile desselben, in Richtung der Drehungsachse gesehen und ebenfalls um 45° gegen den Horizont geneigt. Wie man sieht, sind hier zwei Metallsysteme, ähnlich dem beweglichen in Figur 2 (jedoch ohne die Verlängerungen der Radialbalken): der Hohlcylinder des einen Systems ist in dem des anderen drehbar, und dieser seinerseits in den bekannten Lagern, welche zwei Klemmschrauben tragen; diese Schrauben fassen in Aussparungen der genannten Cylinder und können diese unabhängig von-

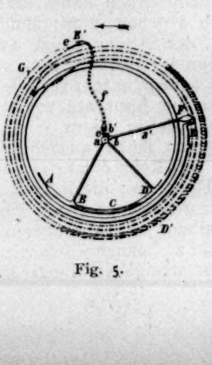

Fig. 5.

einander unbeweglich feststellen. An dem ersten System, dessen Radialbalken etwa 35 cm lang sind, ist ein Röhrensystem befestigt, welches dem des Modells *A* ähnlich und durch die ausgezogenen Linien in Figur 5 dargestellt ist; es ist jedoch die Einmündungstelle *D* gegen *B* hin so verschoben, dass die Strecke *BD* 40 cm lang wird, das von *E* nach *F* führende Röhrchen ist erheblich kürzer, und es ist im Rohr *ABCDE* so viel Quecksilber, dass darin maximale Niveauunterschiede von 5 cm bestimmt werden können.

An dem anderen beweglichen Metallsystem ist ein Spiralrohr mit Kugel angebracht, wie durch die punktierten Linien in Figur 5 angegeben; die Kugel trägt als Verlängerung ein 20 cm langes Röhrchen *e*.

Man denke sich weiter ein Glasrohr *b* (Figur 6), das nebst den übrigen Teilen in natür-

Fig. 6.

licher Grösse dargestellt ist; dasselbe gehe durch ein Fläschchen und sei an dasselbe angeschmolzen; es endige im Innern eines Röhrchens *d*, welches auf dem Grunde des genannten Fläschchens befestigt und unten durchbohrt sei. Steht der Apparat senkrecht, und giesst man Quecksilber hinein bis zum angezeichneten Niveau, so findet man, dass die Flüssigkeit die gezeichnete Stellung annimmt; es kann Luft von *b* nach *c* gehen, ohne durch Quecksilber zu streichen, während man, wie leicht einzusehen, immer bewirken kann, dass die Luft von *c* nicht nach *b* gehen kann; ähnlich verhält es sich, wenn der Apparat um 45° gegen den Horizont geneigt ist. Neben *a* und parallel dazu nahe seinem unteren Ende stehen zwei einander gleiche Apparate von etwas grösseren Dimensionen als in Figur 6 dargestellt; ich nenne die von ihnen ausgehenden Röhrchen b, c, b', c'; das Rohr *b* ist das untere Ende des bekannten Rohres a'; die Röhren *c* und b' sind parallel zu a' verlängert und verlaufen immer längs desselben bis zum oberen Ende von *a*, wo sie beide zusammengeschmolzen sind; c' ist dagegen nur wenige Centimeter lang und offen. In Figur 5 sind diese Röhrchen durch kleine Kreise dargestellt. Endlich verbindet ein Kautschukschlauch *f* von ein paar Millimeter Lichtweite, der sich nicht zusammendrückt, wenn in seinem Innern ein Vakuum hergestellt wird, *e* mit einem oben an *c* angeschmolzenen Röhrchen, und zwar mit solchen Ansätzen, dass von aussen keine Luft eindringen kann.

Es sei nun der zweite Teil des Apparates (in Figur 5 ausgezogen gezeichnet) in der gezeichneten Lage unbeweglich; es werde *a* und die Kugel des anderen Teiles (punktiert gezeichnet) mit der äusseren Luft in Verbindung gehalten und das Quecksilber darin bis zur genannten Kugel gebracht, darauf alle Verbindungen mit der äusseren Luft geschlossen. Der bewegliche Teil werde im Sinne des Pfeiles gedreht: es wird Luft durch den Kautschukschlauch gehen, in b' und in *c* eintreten und nur durch b' und c' austreten. Wenn das Quecksilber in *e* ankommt, drehe man etwa einmal im entgegengesetzten Sinne: es wird sich in *e* und den anstossenden Teilen ein luftverdünnter Raum bilden, weil von a', *b* und *c* kommende Luft dort eintritt. Darauf drehe man im ersten Sinne: man wird neue Luft austreiben und bei der folgenden Drehung wieder welche einsaugen, und so fortfahrend wird man in *a* und dem zu entleerenden Rezipienten eine wachsende Verdünnung erhalten, welche bis zu einigen Centimetern fortschreiten kann. Wenn es nicht mehr möglich sein wird, auf diese Weise Luft auszutreiben, lege man das bisher bewegliche System in der Lage fest, bei der der genannte luftverdünnte Raum das grösste Volumen hat, und gebe das andere System frei; dieses handhabe man wie das Modell *A*, wobei die Verdünnung in *a* bis zu den äussersten Grenzen fortschreiten wird.

Es kann eintreten, dass die Luft in dem erwähnten Raum einen Druck erlangt, bei dem das Quecksilber bei den entgegengesetzten Drehungen des beweglich angenommenen Teiles ganz aus *F* ausgetrieben wird: dies muss verhindert werden, indem man in gewohnter Weise Luft in den als fest angenommenen Teil austreibt. Das wird sehr selten oder auch nie eintreten.

Es ist zu bemerken, dass es nur dann nötig ist, das Quecksilber nach *e* kommen zu lassen, wenn die Verdünnung in *a* bis zu wenigen Centimetern gekommen ist, und dass die auszutreibende Luft nicht durch Quecksilber perlen soll: es folgt daraus, dass der erste Teil unseres Apparates schnell arbeiten kann. Im Innern des zweiten Teiles fliesst dann eine unbeträchtliche Quecksilbermenge, und, ausser wenn dieses nahe beim Ansatzstück des Spiralrohres steht, kann man ihm grosse Winkelgeschwindigkeit erteilen. Unser Apparat kann also in allen

Fällen angewendet werden, wo man gegenwärtig Kolbenpumpen verwendet, und er gestattet, die äussersten Verdünnungen viel schneller zu erreichen als mit den anderen jetzt gebräuchlichen Quecksilberpumpen.

Versuche. — Ich führe nun einige der Versuche an, die ich mit meinem oben beschriebenen Modell B angestellt habe.

Ich hatte die Röhren desselben nacheinander mit Salpetersäure, Wasser, Ätzkali, Wasser, Alkohol und destilliertem Wasser gewaschen und dann mit einem vom Ende von a' aus durchströmenden Luftstrom lange Zeit getrocknet. Ich führte in das Spiralrohr die bekannte Menge destillierten Quecksilbers ein, dann in a das Näpfchen mit Phosphorsäureanhydrid und das Rohr aus dem Gefäss. Dann brachte ich letzteres in geeignete Lage, füllte es mit Quecksilber und schmolz das Rohr aus dem Gefäss an eine Crookessche Röhre, welche an dem bekannten an das Stativ des Apparates angeschraubten Balken befestigt war. Dann begann ich in der beschriebenen Weise auszupumpen.

Ich konnte in der Crookesschen Röhre nach und nach die gewohnten Veränderungen in der Entladung beobachten, und in einem bestimmten Punkte sah ich am Fluoroskop ein Leuchten auftreten, welches allmählich bis zu einem Maximum anwuchs und dann merklich abnahm. Ich trieb die Verdünnung weiter, bis die ausgetriebenen Bläschen, obschon sie auf wenige Centimeter Druck gebracht wurden, fast wegen ihrer Kleinheit beim Eintritt in F unsichtbar wurden.

Ich ging dann zur Bestimmung der Verdünnung nach der oben angegebenen Methode über und fand, dass, wenn die Luft im Raume bei A auf $^1/_{30000}$ ihres Volumens verdichtet war, ihr Druck etwa 4 mm betrug. Die Luft in der Crookesschen Röhre stand also unter einem Druck von etwa

$$\frac{1 \times 4}{30000 \times 760} = \frac{1}{5700000}$$

Atmosphäre, einem Druck, den ich nach verschiedenen Tagen fast unverändert erhalten fand.

Ich brachte an dem Balken, welcher dem, der F trägt, gegenüberliegt, ein Gewicht an und konnte feststellen, wie der Apparat bei der Handhabung eine geringe Arbeit erfordert, und wie das Vakuum sich hinreichend leicht herstellt. Ich konnte beobachten, wie nützlich es war, die letzten Bläschen in einen verdünnten Raum zu senden: sie würden sich nur schwer haben austreiben lassen, wenn sie, statt auf einen Druck von wenigen Centimetern gebracht zu werden, den Atmosphärendruck hätten erreichen müssen. Ich konnte auch beobachten, wie nützlich der Umstand war, dass das Quecksilber des Spiralrohrs bei starker Verdünnung der Luft nur mit dieser in Berührung ist: das Mitführen der Luftblasen durch das Quecksilber, wie man es bei den anderen Pumpen findet, tritt bei meiner nicht auf.

Vor allen Dingen empfiehlt es sich, besonders bei weit vorgeschrittener Verdünnung, die Geschwindigkeit des Apparates zu verlangsamen, wenn das Quecksilber in die Nähe von E kommt, eine Vorsicht, die bekanntlich auch bei vielen anderen Pumpen beobachtet werden muss.

Man muss alle möglichen Mittel anwenden, um zu verhindern, dass der trockene Stoss des Quecksilbers, wenn es in das von E nach F führende Röhrchen kommt, einen Bruch verursacht: es ist daher gut, die Röhren zwischen E und F leicht zu krümmen, sie allmählich zu verengen, sie von starker Wandung und schwer zerbrechlicher Qualität zu nehmen und sie ihrer ganzen Länge nach mit reichlichem Kitt in einer passenden Vertiefung der Unterlage einzubetten u. s. f. Zur Abschwächung der trocknen Stösse fand ich es auch gut, das Spiralrohr am Ende A so weit zu verlängern, dass man zwei ganze Umgänge erhält, und, bei vorgeschrittener Verdünnung, das zum Austreiben der Bläschen erforderliche Quecksilber im ersten Umgang, und den Rest, der unwirksam und unschädlich geworden war, im anderen zu halten.

Zum Schlusse gebe ich nochmals der Überzeugung Ausdruck, dass die beschriebenen Pumpen in jeder Hinsicht den übrigen vorzuziehen sind, und ich wünsche daher, dass die unverhältnismässige Arbeit, welche mich diese Veröffentlichung kostet, belohnt werde durch die günstige Aufnahme, welche dieselben finden werden.

Kgl. techn. Institut, Trapani, Mai 1903.

(Aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 2. April 1904.)

Bezeichnung und Benennung der elektromagnetischen Grössen in der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften V.

Von A. Sommerfeld.

Für die Zwecke der Enzyklopädie hatte ich Vorschläge zur einheitlichen Bezeichnung der in dem allgemeinen Teile der Elektrizitätslehre vorkommenden Grössen, sowie der hauptsächlichsten Operationen der Vektorrechnung ausgearbeitet. Dieselben sind nach mehrfacher Rücksprache mit Herrn H. A. Lorentz, sowie unter Mitwirkung der Herren E. Cohn und W. Wien in manchen Einzelheiten modifiziert worden und haben den Anstoss zur Wiederaufnahme älterer Verhandlungen in der deutschen physikalischen Gesellschaft gegeben, in denen das Problem inso-

fern erweitert wurde, als alle Gebiete der Physik in das System einbezogen werden sollten, andrerseits insofern verengert, als nur die Wahl der Buchstaben, nicht die der Benennungen, der Operationszeichen etc. in Frage stand. Auf dem elektrischen Gebiete stimmen die von der physikalischen Gesellschaft empfohlenen Bezeichnungen[1]) fast vollständig mit denen der Enzyklopädie überein. Ich teile hier unsere Verabredungen mit, in der Hoffnung, dass sich dieselben auch ausserhalb des Kreises der Enzyklopädie-Bearbeiter und über die von der physikalischen Gesellschaft getroffenen Festsetzungen hinaus Freunde erwerben mögen.

1. Die elektromagnetischen Vektoren werden durch deutsche Buchstaben bezeichnet (in der Regel grosse Buchstaben ohne Fettdruck); ihre Komponenten (rechtwinklige oder nach beliebigen krummlinigen Koordinaten) werden durch Indices angedeutet. Kommt es nur auf die Länge, nicht auf die Richtung des Vektors an, so schliesse man das Zeichen des Vektors, wie es in der Funktionentheorie bei den komplexen Zahlen üblich ist, in das Zeichen $|\ |$ des absoluten Betrages ein. Das letztere kann bei dem häufig vorkommenden Quadrat der Länge, wo keine Verwechselungen zu befürchten sind, fortbleiben. Z. B. im Falle der elektrischen Feldstärke:

$$\mathfrak{E},\ \mathfrak{E}_x,\ \mathfrak{E}_\varphi,\ |\mathfrak{E}|,\ \mathfrak{E}^2.$$

2. Alle Vorzeichenfragen entscheide man nach dem folgenden Grundsatz: Wo einem Drehsinne eine Verschiebungsrichtung (Normalen-Richtung, positive Achsenrichtung) zuzuordnen ist, geschehe dies so, dass diese Richtung zu jenem Drehsinne sich verhält, wie die Fortschreitungsrichtung einer Rechtsschraube zu dem Drehsinne derselben oder wie die Richtung Zifferblatt-Gehäuse zum Uhrzeigersinne. In diesem Falle sagen wir kurz, dass die Fortschreitungsrichtung der Drehrichtung „entspreche". Demnach wählen wir die rechtwinkligen Koordinaten als Rechtssystem, z. B. erste Achse nach Osten, zweite Achse nach dem Zenith, dritte Achse nach Süden, weil bei dieser Wahl die x-Richtung der kürzesten Überdrehung der y-Richtung in die z-Richtung entspricht. Das Analoge gilt für krummlinige Koordinaten hinsichtlich der Reihenfolge der drei Koordinatenrichtungen. Bei der Umlaufung eines Flächenstückes (z. B. Integration über den Rand desselben) wird als positive Seite der Flächennormale diejenige gewählt, welche dem Umlaufsinne entspricht.

3. Das Vektorprodukt zweier Vektoren $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ bezeichnen wir mit

$$[\mathfrak{A}\ \mathfrak{B}];$$

die Pfeilrichtung dieses Vektors entspricht der kürzesten Überdrehung von $\mathfrak{A}$ in $\mathfrak{B}$ und steht senkrecht auf $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$; seine Länge ist gleich dem Inhalt des Parallelogrammes aus $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$. Man sage „Vektorprodukt" und nicht „äusseres Produkt", weil die letztere Grassmannsche Bezeichnung für den „Bivektor" oder die „Flächengrösse" zu reservieren ist, welche direkt das Parallelogramm aus $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ nach Inhalt und Stellung im Raume darstellt. Das Vektorprodukt ist im Grassmannschen Sinne die „Ergänzung" des äusseren Produktes. In der Mechanik ist eine Unterscheidung zwischen Bivektor und Vektor, wie sie durch die scharfe und folgerichtige Begriffsbildung der Grassmannschen Theorie vorgezeichnet ist, am Platze. Z. B. wird man das Moment einer Kraft um einen Aufpunkt als äusseres Produkt der Entfernung des Aufpunktes vom Angriffspunkt der Kraft und der Kraft selbst bezeichnen; von diesem äusseren Produkt nimmt man die Ergänzung und geht zum Vektorprodukte über, wenn es sich um die Zusammensetzung mehrerer Momente handelt. In der Elektrizitätslehre dagegen schien uns durch eine Unterscheidung zwischen Vektor und Bivektor, wie sie von Wiechert konsequent durchgeführt ist (Vektor und Rotor), die Kürze des Ausdrucks beeinträchtigt zu werden, da wir hier über den vektoriellen Charakter der Zustandsgrössen (polaren und axialen Charakter nach der Ausdrucksweise von Voigt) nicht genau unterrichtet sind.

Das skalare Produkt zweier Vektoren $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ bezeichnen wir mit

$$(\mathfrak{A}\ \mathfrak{B});$$

wir sagen skalares Produkt und nicht (mit Grassmann) inneres Produkt.

4. Die drei unausgesetzt vorkommenden Differentiationsprozesse der Vektorrechnung bezeichnen wir mit

grad, rot, div.

Der „Gradient" wird auf eine skalare Raumfunktion u angewandt und als Anstieg derselben definiert; seine Richtung ist die der stärksten Zunahme von u; seine Komponenten nach der x-, y-, z-Richtung lauten:

$$\frac{\partial u}{\partial x},\ \frac{\partial u}{\partial y},\ \frac{\partial u}{\partial z}.$$

Es entspricht dem Wortsinne besser und ist für die Rechnungen bequemer, unter *grad* den Anstieg und nicht das Gefälle zu verstehen, also die Komponenten durch die positiven und nicht durch die negativen Differentialquotienten von u zu definieren.

Die „Rotation eines Vektors $\mathfrak{U}$" gebrauchen wir in derselben Bedeutung, in der sonst vielfach das Zeichen *curl* (oder Quirl) üblich ist. Dass wir zu der von Maxwell ursprüng-

1) Verhandlungen der deutschen Physikal. Gesellschaft, 1903, Heft 3.

lich eingeführten und übrigens von H. A. Lorentz stets benutzten Bezeichnung *rot* zurückgingen, geschah lediglich aus Schönheitsrücksichten, wonach es wünschenswert war, für die drei vorgenannten, oft nebeneinander vorkommenden Symbole ähnliche internationale Zeichen zu haben. Das Vorzeichen der Rotation wird in Übereinstimmung mit der üblichen Festsetzung und der Regel unter 2. so gewählt, dass man durch das Linienintegral um ein hinreichend kleines Flächenstück die Komponente der Rotation nach derjenigen normalen Richtung des Flächenstückes erhält, welche der Integrationsrichtung entspricht. Dass bei einer Flüssigkeitsströmung der Wirbel nach Drehgeschwindigkeit und Achse nicht durch die Rotation selbst, sondern durch die halbe Rotation der Strömungsgeschwindigkeit gegeben ist, ist keine ernstliche Schwierigkeit.

Die „Divergenz eines Vektors $\mathfrak{U}$" wird in der üblichen Weise durch das Integral der nach der äusseren Normalen genommenen Komponente von $\mathfrak{U}$ über eine hinreichend kleine geschlossene Fläche definiert.

Bekanntlich können die drei Zeichen *grad, rot, div* formal durch das eine, der Quaternionentheorie entstammende Zeichen ∇ („Nabla") ausgedrückt werden. Es erschwert aber die Übersichtlichkeit der Vektorformeln erheblich, wenn man alle Beziehungen lediglich durch diese unanschauliche, weil zu allgemeine Operation ausdrücken wollte.

Für den „zweiten Differentialparameter" schreiben wir, dem überwiegenden Gebrauche folgend, Δ.

5. Auf magnetischem und elektrischem Gebiete stehen sich die beiden Vektorenpaare

$$\mathfrak{H},\ \mathfrak{B} \text{ und } \mathfrak{E},\ \mathfrak{D}$$

symmetrisch gegenüber. Für $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{E}$ ist die Bezeichnung „Feldstärke" heutzutage die üblichste und der Bezeichnung „Kraft" im allgemeinen vorzuziehen. Für $\mathfrak{B}$ hätten wir gern das Wort „Induktion" beibehalten; dasselbe aber auf $\mathfrak{D}$ zu übertragen, was oft geschehen ist, scheint Verwechselungen zu begünstigen, weil das Wort „elektrische Induktion" bereits eine andere Verwendung hat. Die Bezeichnung „magnetische und elektrische Polarisation" für $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{D}$ (Helmholtz und Hertz) lässt sich mit Rücksicht auf die Elektronentheorie wohl kaum aufrecht halten, da man hier unter Polarisation den von den Elektronen herrührenden zusätzlichen Teil der elektrischen Zustandsgrösse wird verstehen müssen. Das Wort „Verschiebung" für $\mathfrak{D}$ lässt sich auf $\mathfrak{B}$ gewiss nicht übertragen und ist von Maxwell im Anschluss an ein spezielles (und zu spezielles) Bild der elektrischen Vorgänge gewählt; auch Heaviside wünscht diesen Ausdruck durch einen allgemeineren zu ersetzen (Electrical papers II, pag. 25). Wir haben uns daher entschlossen, für $\mathfrak{D}$ und $\mathfrak{B}$ die Worte „elektrische und magnetische Erregung" vorzuschlagen. Die „Erregung" verhält sich zur Feldstärke in gewisser Weise wie Wirkung und Ursache. Diese allgemeine Beziehung wird durch das Wort Erregung in glücklicher Weise zum Ausdruck gebracht; das Wort scheint weder zu speziell noch zu farblos gewählt zu sein. Dementsprechend ist auch von Erregungslinien (= Induktionslinien oder spezieller = Kraftlinien) die Rede.

6. Sehr sorgfältig ist die Wahl der Einheiten überlegt worden. Man kann dabei unterscheiden: Wahl der Zahlenwerte und Wahl der Dimensionen. Nach mehrfachen Abänderungen sind wir zu folgendem Ergebnis gelangt. a) Wahl der Zahlenwerte. Vermeidung der 4π's. Es ist oft, besonders von Heaviside, darüber geklagt worden, dass der Faktor 4π die elektrischen Formeln verunziert. Er ist ein Rudiment der Fernwirkungs-Theorien; denn bei durchaus konsequent festgehaltenem Standpunkt der Feldwirkungsauffassung kann man gar nicht in die Gefahr kommen, den Faktor 4π, der doch die Oberfläche einer um einen Massenpunkt beschriebenen Einheitskugel bedeutet, einzuführen, indem das Coulombsche Gesetz dann nicht mehr zu den Grundthatsachen, sondern zu den entfernten Folgerungen der Theorie gehört. Von diesem Standpunkte aus würde man vielmehr die Einheit der Elektrizität als Flächenladung etwa dadurch festlegen, dass man die Flächendichte der Platten eines Luftkondensators, bei dem pro Volumeneinheit der Zwischenschicht der Energie-Inhalt $1/2$ beträgt, gleich 1 setzen würde; oder auch vermittels der räumlichen Dichte dadurch, dass man sagt: Die Ladungsdichte 1 erzeugt in dem umgebenden Äther ein Feld, welches am Orte der Ladung die Divergenz 1 hat. Will man doch die Definition an das Coulombsche Gesetz und die Vorstellung der Punktladungen anschliessen, so müsste man, um die 4π's später zu vermeiden, folgendermassen sagen: Zwei Elektrizitätsmengen 1 üben im Abstande 1 die Kraft $1/4\pi$ auf einander aus; oder: eine Elektrizitätsmenge 1 erzeugt im freien Äther ein Feld, dessen Gesamtstärke auf einer konzentrischen Kugel (= Oberflächenintegral der Feldstärke über die Kugel) 1 beträgt. Hertz hat die Maxwellschen Gleichungen nur teilweise von den Faktoren 4π gesäubert, indem er im freien Äther Feldstärke und Erregung (oder Kraft und Polarisation, wie er sagt) einander gleichmacht; dafür tritt der Faktor 4π bei dem Leitungsstrom auf. Durch die Heavisidesche Modifikation der Einheiten wird diese Säuberung eine vollständige: Der Gesamtstrom zerlegt sich z. B. glatt in einen Verschiebungstrom $\dot{\mathfrak{D}}$ und einen Leitungsstrom;

die Energieausdrücke werden gleich dem halben skalaren Produkt aus Feldstärke und Erregung; die magnetische Erregung wird einfach gleich Feldstärke + Magnetisierung etc. Gerade für die allgemeine Darstellung der Theorie in der Enzyklopädie erwies sich diese Vereinfachung der Formeln als sehr beträchtlich. Es ist nur natürlich und berechtigt, dass in der Elektronentheorie, wo man es mit geladenen Teilchen zu thun hat, die 4π's dafür an manchen Stellen auftreten, wo sie bei der üblichen Wahl der Einheiten eingespart werden würden.

b) Wahl der Dimensionen. Wo nicht das Gegenteil gesagt wird, werden die elektrischen Grössen: elektrische Feldstärke und Erregung, elektrischer Strom, Leitfähigkeit, elektrische Ladung, elektrostatisch (besser würde man vielleicht sagen: elektrisch), die magnetischen Grössen: magnetische Feldstärke und Erregung, magnetische Menge, Vektorpotential elektromagnetisch (besser würde man sagen: magnetisch) gemessen. Dies entspricht dem Vorgange von Hertz und bringt ein symmetrisches Auftreten der Lichtgeschwindigkeit in den Hauptgleichungen mit sich. Bekanntlich ist E. Cohn mit gewichtigen Gründen für ein System der unbestimmten Dimensionen eingetreten, in welches die der Dimension nach unbekannte Dielektrizitätskonstante und Permeabilität des Äthers, oder (nach Hinzunahme einer passenden Festsetzung) eine dieser Grössen eingeht. Indessen schien uns diese Unbestimmtheit für den praktischen Gebrauch der Formeln eine Erschwerung mit sich zu bringen. (Vgl. dazu Nr. 7 des Art. 13 von H. A. Lorentz.)

7. Ich gebe schliesslich eine Liste der in der allgemeinen Theorie hauptsächlich vorkommenden Zeichen. Dass die Maxwellschen Komponenten-Bezeichnungen f, g, h, P, Q, R etc. ebenso wie die Hertzschen X, Y, Z, L, M, N unzweckmässig sind, liegt wohl auf der Hand. Der Ursprung der im folgenden zusammengestellten Zeichen geht ebenfalls der Hauptsache nach auf Maxwell zurück (art. 618 des Treatise); ausserdem befinden wir uns mit ihnen in Übereinstimmung oder nicht im Widerspruch mit den Festsetzungen der physikalischen Gesellschaft, bis auf einen Punkt: Wir benutzen $\mathfrak{J}$ für den (spezifischen) Leitungsstrom, was sich wohl von selbst empfiehlt; die physikalische Gesellschaft wünscht $\mathfrak{J}$ im Anschluss an die Elektrotechnik und an Maxwell für die Magnetisierung beizubehalten, für welche wir $\mathfrak{M}$ schreiben.

$\mathfrak{E}$ elektrische Feldstärke
$\mathfrak{D}$ „ Erregung; im Äther $\mathfrak{D} = \mathfrak{E}$.
$\mathfrak{H}$ magnetische Feldstärke
$\mathfrak{B}$ „ Erregung; im Äther $\mathfrak{B} = \mathfrak{H}$.
c Lichtgeschwindigkeit im Äther.
ε Dielektrizitätskonstante; reine Zahl, im einfachsten Falle $= \mathfrak{D}/\mathfrak{E}$.
μ magnetische Permeabilität; reine Zahl, im einfachsten Falle $= \mathfrak{B}/\mathfrak{H}$.
$\mathfrak{A}$ Vektorpotential der magnetischen Erregung, so dass $\mathfrak{B} = rot\ \mathfrak{A}$.
$\mathfrak{J}$ Leitungsstrom.
$\mathfrak{C}$ Gesamtstrom; im ruhenden Medium $\mathfrak{C} = \mathfrak{J} + \dot{\mathfrak{D}}$.
σ Leitungsvermögen; im einfachsten Falle $\mathfrak{J} = \sigma\mathfrak{E}$.
$\mathfrak{P}$ Polarisation im Dielektrikum, so dass $\mathfrak{D} = \mathfrak{E} + \mathfrak{P}$,
$\mathfrak{M}$ Magnetisierung, so dass $\mathfrak{B} = \mathfrak{H} + \mathfrak{M}$.
ϱ = Raumdichte } wenn nötig als ϱ_e und
ω = Flächendichte } ϱ_m zu unterscheiden.
W Energie-Inhalt der Raumeinheit, elektrischer Energieinhalt W_e, magnetischer W_m.
Q Joulesche Wärme.
$\mathfrak{S}$ Energiefluss oder „Strahl" $= c\ [\mathfrak{E}\ \mathfrak{H}]$.
$\mathfrak{F}$ mechanische Kraft.
$\mathfrak{N}$ Drehmoment der Kraft.
K Kapazität.
L Induktionskoeffizient.
R Widerstand.
λ Wellenlänge.
τ Schwingungsdauer.
$\int \ldots ds$ Linienintegral.
$\int \ldots d\sigma$ Flächenintegral.
$\int \ldots dS$ Raumintegral.

(Eingegangen 18. Mai 1904.)

BESPRECHUNGEN.

Enzyklopädie der Mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Herausgegeben im Auftrage der Akademien der Wissenschaften zu München und Wien und der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. **Bd. V.** Physik, redigiert von A. Sommerfeld. Leipzig, B. G. Teubner.

Von diesem Werke sind bisher erschienen: Heft 1 des ersten Halbbandes, enthaltend die Artikel:

C. Runge, Mass und Messen, J. Zenneck, Gravitation, G. H. Bryan, Allgemeine Grundlegung der Thermodynamik,

sowie Doppelheft 1 und 2 des zweiten Halbbandes, enthaltend die Artikel:

R. Reiff und A. Sommerfeld, Die Elementargesetze, H. A. Lorentz, Maxwells elektromagnetische Theorie, H. A. Lorentz, Elektronentheorie.

Da es sich zumal bei dem letzten Artikel

um eine zusammenfassende, bisher noch nirgends gegebene Darstellung von berufenster Seite handelt, welche die Entwickelung dieses jüngsten Triebes der physikalischen Forschung in hohem Masse zu fördern geeignet ist, so wird es erwünscht sein, wenn ich an dieser Stelle, ebenso wie bei dem Erscheinen späterer Hefte, in Kürze über den Inhalt der einzelnen Artikel berichte.

Der Artikel 1, Runge, entwickelt zunächst den Begriff des Messens, welches in der Vergleichung eines unbekannten mit einem besser bekannten Vorgange besteht. Die Messungsskalen können qualitativer oder quantitativer Beschaffenheit sein. Insbesondere wird dann das physikalische oder absolute Masssystem besprochen. Daneben kommt auch das technische Masssystem zur gebührenden Geltung, welches auf den Einheiten Länge, Zeit und Kraft aufgebaut ist und sich ebenso konsequent durchführen lässt wie das absolute.

Der Artikel 2, Zenneck, berichtet in seinem ersten Teile über die verschiedenen Methoden zur Messung der Gravitationskonstante und über die hierbei erzielte Genauigkeit. Wenngleich eine ins einzelne gehende Darstellung der Versuchsanordnungen und Versuchsergebnisse aus dem Rahmen einer mathematischen Enzyklopädie herausfällt, so wurde doch an dieser wie an anderen Stellen der prinzipielle Inhalt der Beobachtungsmethoden von der Darstellung keineswegs ausgeschlossen. Der Artikel behandelt weiter die Frage nach der Genauigkeit des Newtonschen Gesetzes, berichtet über die einstweilen bestehenden scheinbaren Abweichungen von diesem Gesetz und die Vorschläge zu seiner Korrektion. Der Schluss des Artikels, der sich mit den Stoss- und Wellentheorien der Gravitation befasst, kommt zu dem bekannten Ergebnis, dass eine fruchtbare Angliederung der Gravitation an andere physikalische Vorgänge bisher nicht gelungen ist.

Der Artikel 3, Bryan, stellt die allgemeine Thermodynamik dar, also in erster Linie die beiden Hauptsätze in ihrer historischen Entwickelung. Der zweite Teil behandelt Gleichgewicht und Stabilität eines thermodynamischen Systems von n Graden der Freiheit. Die hierbei zu entwickelnden Formeln gewinnen durch systematisches Voranstellen des Begriffes der thermodynamischen Potentiale wesentlich an Übersichtlichkeit, eines Begriffes, dem sich bekanntlich die Begriffe freie Energie, Wärmeinhalt, innere Energie etc. als Spezialfälle unterordnen lassen. Im dritten Teile werden die allgemeinen Prinzipien auf besondere Systeme (vollkommene Gase etc.) oder besondere Phasen (Aggregatzustände etc.) angewandt. Der Schluss des Artikels behandelt die mechanischen Analogien zum zweiten Hauptsatz.

Während der erste Halbband ausser in den einleitenden Artikeln 1 und 2 der Thermodynamik und Molekularphysik gewidmet ist, behandelt der zweite Halbband die Elektrizitätslehre und Optik, und zwar in dem vorliegenden Doppelhefte die physikalische Grundlegung der Elektrizitätslehre.

Der Artikel 12 von Reiff und Sommerfeld bespricht in historischer Reihenfolge die Leistungen von Coulomb, Örsted u. s. f. bis hin zu Carl Neumann und Clausius. Vielfach bot sich dabei Gelegenheit, den Zusammenhang des in der älteren Elektrodynamik Gewonnenen oder Erstrebten mit den heute insbesondere in der Elektronentheorie herrschenden Auffassungen zu betonen. Die zum Teil etwas mühseligen Rechnungen der älteren Elektrodynamik lassen sich wesentlich übersichtlicher gestalten, wenn man, wie es in diesem und in den folgenden Artikeln geschieht, die Begriffe und Bezeichnungen der Vektorrechnung zur Anwendung bringt.

Artikel 13 von H. A. Lorentz entwickelt zunächst einige vorbereitende Begriffe und Rechnungsmethoden, wobei eine Reihe von fruchtbaren und zum Teil neuen Sätzen aus der Vektorrechnung bewiesen wird.

Der wesentliche Inhalt der Maxwellschen Theorie wird dann im zweiten Abschnitt durch Angabe und Erläuterung der Hertzschen Grundgleichungen niedergelegt. Dank den eingeführten Vektorbezeichnungen können diese Gleichungen für bewegte Medien in einer nicht wesentlich komplizierteren Form wie für ruhende Medien angeschrieben werden. Unter Bewegung ist dabei diejenige der sichtbaren Materie verstanden; zwischen Materie und Äther wird hinsichtlich ihres Bewegungszustandes nicht unterschieden.

Der dritte Teil bringt die Anwendung dieser Gleichungen auf die verschiedenen Erscheinungsklassen. Bei dem elektrischen Strome werden dabei ausser Verschiebungs- und Leitungsstrom bei hinzukommender Bewegung noch „Konvektionsstrom“ (vgl. Rowlandeffekt) und „Röntgenstrom“ unterschieden, welch letzterer von Röntgen in seinen magnetischen Wirkungen beobachtet ist und das elektrische Gegenstück zur unipolaren Induktion bildet. Schon hier wird darauf hingewiesen, dass die Theorie, solange sie den Äther nicht von der Bewegung ausschliesst, von einer Reihe von Versuchen an bewegten Medien (Blondlot, Eichenwald, Fizeau etc.), sowie von der astronomischen Aberration keine Rechenschaft geben kann.

Der vierte Abschnitt behandelt allgemeine Folgerungen und Theoreme, so den Satz vom Energiefluss, die mannigfachen Reziprozitäts- und Minimalsätze; ferner werden hier die Spannungen eingeführt, aus denen sich die ponderomotorischen Kräfte in allgemein-

ster Weise ableiten lassen, und es wird die Theorie der Kraftlinien (oder „Erregungslinien") und ihrer Wanderung kritisch beleuchtet.

Der fünfte Abschnitt behandelt die mechanischen Analogien zur Maxwellschen Theorie, so die dynamischen Vorstellungen von Maxwell selbst, die Helmholtzsche Anwendung des Prinzips der kleinsten Wirkung, eine von dem Verf. herrührende und hier vervollständigte Anwendung des d'Alembertschen Prinzipes, sowie die konkreteren hydrodynamischen und elastischen Bilder. Den Schluss des Artikels bildet eine knappe Darstellung der Fernwirkungstheorie von Helmholtz, welche die Maxwellsche Feldwirkungstheorie als Grenzfall in sich enthält, woran sich der Nachweis schliesst, dass in mathematischer Hinsicht eine scharfe Grenze zwischen dem Standpunkt der Fernwirkung und dem der Feldwirkung nicht gezogen werden kann.

Artikel 14, von H. A. Lorentz, Weiterbildung der Maxwellschen Theorie, Elektronentheorie, ist von allen bisher genannten Artikeln der umfangreichste (8 Bogen stark). In der Einleitung wird ausgeführt, wie aus verschiedenen Gründen in älterer und neuerer Zeit die Existenz elektrischer Elementarquanten postuliert worden ist; ferner wird hier die der Elektronentheorie zu Grunde liegende Vorstellung des ruhenden Äthers präzisiert. Das Feld des einzelnen Elektrons bestimmt sich aus den Maxwellschen Gleichungen für den ruhenden Äther, nachdem diese für das Innere eines Elektrons in passender Weise modifiziert sind; zur Vereinfachung der Darstellung des Feldes werden Potentiale, zur Vereinfachung der auf ein Elektron wirkenden Kraft wird der elektromagnetische Impuls eingeführt. Den Schluss dieses ersten Teiles bildet die Transformation der Grundgleichungen auf ein bewegliches Koordinatensystem und die Einführung der Ortszeit.

Der zweite Abschnitt behandelt die Bestimmung des Feldes bei gegebener Lage und Bewegung des Elektrons. Hier wird zunächst der Fall gleichförmiger Translation untersucht; sodann wird, je nach der Verteilung von Ladung und Geschwindigkeit der Bewegung, von elektrisch-polarisierten oder magnetisierten Teilchen (z. B. rotierender geladener Kugeln) gesprochen. Bei veränderlicher Bewegung findet Energieverlust durch Strahlung statt, bei plötzlicher Hemmung entstehen Röntgenstrahlen.

Der dritte Abschnitt handelt von der Bestimmung der Bewegung des Elektrons bei gegebenem äusseren Felde, wobei auch das von der Bewegung des Elektrons herrührende eigene Feld zu berücksichtigen ist. Dasselbe äussert sich in einem Widerstand gegen die Bewegung und in der scheinbaren oder elektromagnetischen Masse des Elektrons. Auch die Wechselwirkung zweier Elektronen wird hier besprochen.

Während man freie Elektronen im Sinne des vorigen Abschnittes nur in den Kathoden- und Bequerelstrahlen vor sich hat, handelt es sich im vierten Abschnitt darum, die Anwendung der Elektronentheorie auf ponderable Körper zu ermöglichen, in denen die Elektronen gebunden oder in ihrer Bewegung beschränkt sind. Die der Beobachtung zugänglichen Erscheinungen beziehen sich hier nie auf das einzelne Elektron, sondern auf einen Elektronenhaufen; es handelt sich dabei um die Mittelwerte aus den Wirkungen unzähliger Einzelfelder. Deshalb wird hier zunächst das Studium solcher Mittelwerte auf das sorgfältigste vorbereitet. Die Grundgleichungen, die man von da aus für die Mittelwerte erhält, stimmen nun im wesentlichen mit den Grundgleichungen der Maxwell-Hertzschen Theorie des vorigen Artikels überein, nur mit dem Unterschiede, dass in dem als „Röntgenstrom" bezeichneten Teile des elektrischen Stromes die „elektrische Erregung" $\mathfrak{D}$ ersetzt ist durch die „elektrische Polarisation" $\mathfrak{P} = \mathfrak{D} - \mathfrak{E}$. Hierdurch werden die Versuche von Eichenwald befriedigend erklärt, während andrerseits der Versuch von Blondlot seine Erklärung findet, wenn man die Wirkung eines Magnetfeldes auf ein bewegtes ponderables Dielektrikum untersucht. Weiterhin kann auf Grund der für die Mittelwerte geltenden Gesetze die Elektrizitätsbewegung in Metallen (inkl. Hall-Effekt), Elektrolyten und Gasen untersucht und es können die Begriffe Dielektrizitätskonstante, Brechungsexponent und magnetische Permeabilität physikalisch erklärt werden.

Der fünfte Abschnitt, „nähere Betrachtung bewegter Systeme", zeigt, wie die von der Erdbewegung abhängigen elektrischen und optischen Erscheinungen und der Fresnelsche Mitführungskoeffizient etc. ihren Platz in der Elektronentheorie finden. Hier wird auch die Theorie von E. Cohn, die lediglich durch geeignete Abänderung der Gleichungen für bewegte Systeme, ohne Zugrundelegung spezieller Vorstellungen jenen Erscheinungen gerecht zu werden sucht, der Elektronentheorie gegenübergestellt.

Den Schluss des Artikels bildet die Besprechung des Michelsonschen Interferenzversuches, bei dem die Elektronentheorie zunächst versagt und zu der Hilfshypothese gezwungen ist, dass sich die Körperdimensionen durch die Bewegung ändern. Diese Hypothese erscheint weniger befremdend, wenn man sich vorstellt, dass die diese Dimensionen bedingenden Molekularkräfte ähnlich wie die elektrischen Wirkungen von der Bewegung beeinflusst werden. Wie sich hiernach unsere Anschauung über

das Wesen der Materie weiter zu entwickeln hätte, wird zum Schlusse angedeutet.

Bei der Redaktion der bisher erschienenen Hefte habe ich wertvolle Unterstützung von verschiedenen Seiten erfahren; ich nenne namentlich:

bei Art. 1, Herrn Kühnen-Potsdam,
„ „ 2, „ Seeliger-München,
„ Oppenheim-Prag,
„ „ 3, „ H. A. Lorentz-Leiden,
„ Kamerlingh-Onnes-Leiden
„ Voigt-Göttingen,
„ „ 12, „ H. A. Lorentz-Leiden,
„ Wüllner-Aachen,
„ C. Neumann-Leipzig.

Allen diesen Herren sage ich aufrichtigen Dank für ihr Interesse an dem Gelingen unseres Werkes. A. Sommerfeld.

(Eingegangen 18. Mai 1904.)

Neuere Litteratur über Radium und Radioaktivität.

Die Fülle neuer Entdeckungen, welche uns die letzten Jahre auf dem Gebiete der Becquerelstrahlen und alles dessen, was mit ihnen zusammenhängt, gebracht haben, lässt jetzt eine kleine Hochflut von Litteratur anschwellen, die sicherlich ein deutliches Zeichen für das grosse Interesse ist, das gegenwärtig den neuen Erscheinungen entgegengebracht wird. Der Einfluss, der im Laufe der Zeit von dem neuen Gebiete aus sich auf weite Schichten der Physik und Chemie erstrecken wird, ist noch kaum abzuschätzen, wird aber allem Anscheine nach sehr gross werden.

Von den neueren Erscheinungen auf dem Gebiete der Litteratur der Radioaktivität sind in erster Linie zu erwähnen:

Mme. Sklodowska Curie, Recherches sur les substances radioactives (Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen.) Doktorthese der Pariser Fakultät der Naturwissenschaften. Zweite durchgesehene und korrigierte Auflage. Paris, Gauthier-Villars. 1904.

Erst vor kurzem (diese Zeitschrift **4**, 891, 1903) hat der Referent über diese für die Geschichte der Radioaktivität so wichtige Arbeit zu berichten Gelegenheit gehabt. Die Thatsache, dass die Arbeit nunmehr schon in 2. Auflage vorliegt, ist ein sprechender Beweis für das Interesse, welches dem ganzen Gegenstande und dessen berufenster Vertreterin entgegen gebracht wird. Eine weitere Besprechung kann mit Rücksicht auf den erst kürzlich erschienenen Bericht über die erste Auflage unterbleiben. Wichtiger zu erwähnen ist, dass gleichzeitig auch eine deutsche Übersetzung der Abhandlung erschienen ist, der die folgenden Zeilen gewidmet sind.

Mme. Curie, Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen. Übersetzt und mit Litteratur-Ergänzungen versehen von W. Kaufmann. gr. 8. VIII und 132 S. mit eingedruckten Abbildungen. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. 1904. Mk. 3,—.

Die vorliegende deutsche Ausgabe von Mme. Curies grosser Abhandlung stellt das erste Heft eines neuen Unternehmens der Verlagsbuchhandlung von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig dar. Diese lässt unter dem Gesamttitel „Die Wissenschaft" eine Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien erscheinen. Die Ausgabe erfolgt in zwanglos erscheinenden einzeln käuflichen Heften. Das neue Unternehmen steht unter Leitung von Prof. Dr. Eilhard Wiedemann und ist durch das vorliegende Heft 1 jedenfalls in bester Weise eingeleitet. Der Name des Übersetzers, der ja auch mit den Studien über Becquerelstrahlen etc. eng verknüpft ist, bürgt für die Güte und Richtigkeit der deutschen Ausgabe und das beigegebene Litteraturverzeichnis leistet bei der Fülle der erscheinenden Arbeiten einen guten Dienst.

Frederik Soddy, Radioactivity, an elementary Treatise from the Standpoint of the Desintegration Theory. (Radioaktivität, eine elementarische Abhandlung vom Standpunkte der Theorie des Atomzerfalls.) London, „The Electrician" Co. 1904.

Zweifellos haben wir es hier mit einer Bearbeitung des Gegenstandes aus berufenster Feder zu thun, hat doch Soddy an der Entwickelung namentlich der neuesten Ereignisse auf dem Gebiete der Radioaktivität einen grossen Anteil genommen als Mitarbeiter von Rutherford und Ramsay. Das über 200 Textseiten und etwa 40 Figuren enthaltende Buch bringt denn auch in sehr übersichtlicher und fesselnder Weise eine Darlegung des trotz seines erst 8 Jahre betragenden Alters schon recht umfangreichen Gegenstandes. Eine anregendere Lektüre kann einem Physiker augenblicklich wohl kaum geboten werden; dasselbe gilt von

Frederik Soddy, Die Entwickelung der Materie enthüllt durch die Radioaktivität. Übersetzt von Prof. G. Siebert. gr. 8. 64 S. Leipzig, J. Ambr. Barth. 1904. M. 1,60.

Dem Leser dieser Zeitschrift wird die Lektüre dieses Büchleins, das Soddys Wilde-Vorlesung vom 23. Februar 1904 in der Literary and Philosophical Society in Manchester in guter Übersetzung enthält, sicherlich ein paar genussreiche Stunden bereiten.

Auch ein Assistent und Mitarbeiter des Ehepaares Curie hat die neuen Erscheinungen zum Gegenstande einer allerdings erheblich kürzeren Behandlung gemacht, von welcher mir eine autorisierte deutsche Ausgabe vorliegt. Wie das nicht anders zu erwarten ist, ist die Darstellung des Verfassers vollinhaltlich klar und richtig. Sie schliesst sich ziemlich eng an die grosse Abhandlung von Frau Curie an, (siehe oben). Der Referent glaubt jedoch mehr auf die französische Originalausgabe als auf die Übersetzung hinweisen zu sollen, da der Verfasser augenscheinlich in der Wahl seines Übersetzers nicht sehr glücklich gewesen ist. Der Titel der Übersetzung ist:

Jacques Danne, Das Radium. Seine Darstellung und seine Eigenschaften. Mit einem Vorwort von Dir. Charles Lauth. gr. 8. 84 S. Mit zahlreichen Abbildungen. Leipzig, Veit & Co. 1904. M. 2,40.

Ebenfalls französischen Ursprungs ist:

Paul Besson, Le Radium et la Radioactivité, Propriétés générales, emplois médicaux. (Das Radium und die Radioaktivität, Haupteigenschaften und medizinische Anwendungen.) Mit einer Vorrede von A. d'Arsonval. Paris, Gauthier-Villars. 1904.

Das in erster Linie an die Mediziner sich richtende Büchlein behandelt in einfacher, aber sachlich richtiger Form die Erscheinungen der Radioaktivität der Radiumverbindungen; dem Leser dieser Zeitschrift bietet das Werkchen nichts Neues, kann aber der einfachen Darstellung wegen zur Lektüre wohl empfohlen werden.

Von deutschen Monographien über Radioaktivität liegt dem Referenten vor die zweite Auflage des Werkchens von Hofmann:

Karl Hofmann, Die radioaktiven Stoffe nach dem neuesten Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. 76 S. Leipzig, J. A. Barth. 1904. M. 2,—.

Dies in seiner ersten Auflage namentlich in den Kreisen der Chemiker besonders viel gelesene Büchlein bedarf für seine zweite Auflage, die der schnellen Entwickelung des Gebietes gemäss ganz umgestaltet werden musste, keiner besonderen Empfehlung mehr.

Ferner ist zu erwähnen:

Ernst Ruhmer, Radium und andere radioaktive Substanzen. Unter Benutzung eines von Hammer in Newyork gehaltenen Vortrages bearbeitet und mit zahlreichen Ergänzungen sowie einer ausführlichen Litteraturübersicht versehen. gr. 8. 51 S. Berlin, Fachzeitschrift „Der Mechaniker". 1904. M. 2.50.

Die Behandlung des Stoffes ist hier zu sehr zusammengedrängt, als dass das Werkchen dem Leser dieser Zeitschrift genug bieten könnte, doch verdient die Litteraturübersicht Lob.

Ebenfalls zu kurz und dabei zu unvollständig gehalten ist das Büchlein von:

Hans Mayer, Die neueren Strahlungen. Kathoden-, Kanal-, Röntgen-Strahlen und die radioaktive Selbststrahlung (Becquerelstrahlen). Vom Standpunkte der modernen Elektronentheorie unter Berücksichtigung der neueren experimentellen Forschungsresultate behandelt und im Zusammenhange dargestellt. gr. 8. V u. 68 S. M. Ostrau, R. Papauschek. 1904. M. 1,50.

Dasselbe gilt von dem folgenden als übersichtliche Zusammenfassung erwähnenswerten Werkchen: **Friedrich Neesen, Kathoden- und Röntgenstrahlen sowie die Strahlung aktiver Körper.** 8. VIII u. 240 S. 1904. Mit 50 Abbildungen. Wien und Leipzig, A. Hartleben. Gebunden M. 5,—.

Wie sehr das Gebiet der Radioaktivität sich entwickelt hat und im Wachstum begriffen ist, wird ganz besonders durch die Thatsache erläutert, dass auch schon eine Zeitschrift für dasselbe begründet ist, das:

Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik. Unter Mitarbeit von zahlreichen deutschen und ausländischen Forschern. Herausgegeben von J. Stark. Jährlich ca. 4 Hefte, welche einen Band bilden. Leipzig, S. Hirzel. Pro Band M. 16,—.

Das als Vierteljahrsschrift gedachte Jahrbuch ist allem Anscheine nach unter günstigen Auspicien begründet; mehr denn je drängt sich jedem der Entwickelung der Physik Folgenden die Überzeugung auf, dass wir uns in einer für die Entwickelung der Wissenschaft äusserst bedeutungsvollen Zeit eines jugendlich frischen Vorwärtsstürmens befinden. In einer solchen Zeit ist es besonders wichtig, eine Übersicht über die fortschreitende Entwickelung zu erhalten, ein Zweck, dem zu genügen die spezielle Absicht des Jahrbuches ist. Dazu werden ausser einer Litteraturübersicht zusammenfassende Bearbeitungen einzelner Gebiete gegeben, auch Originalmitteilungen gebracht. Die Physik kann nur wünschen, dass die lebhafte Entwickelung, welche die Wissenschaft genommen hat, dazu führen möge, dass auch im vorliegenden Werke im Laufe der Jahre ein reiches Material wissenschaftlicher Entwickelung niedergelegt werden möge.

Gleichzeitig möge auch darauf hingewiesen werden, dass der Herausgeber dieses Jahrbuches vor einiger Zeit drei elementare Abhandlungen, welche in der Naturwissenschaftlichen Rundschau erschienen waren, in Buchform hat erscheinen lassen unter Zufügung einiger Ergänzungen und Litteraturnachweise. Der Titel dieses Büchleins ist:

Johs. **Stark, Die Dissoziierung und Umwandlung chemischer Atome.** gr. 8. VIII u. 57 S. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 1903. M. 1,50.

Die Titel der durch die ursprüngliche Erscheinungsweise gegebenen drei Hauptabschnitte sind:

1. Prinzip der elektrischen Dissoziierung und Leitung in Gasen, Elektrolyten und Metallen.
2. Die Ursache und Natur der Radioaktivität nach den Untersuchungen von E. Rutherford und F. Soddy.
3. Entstehung von Helium und Radium.

Dazu kommen dann noch ergänzende Bemerkungen, die Erläuterungen experimenteller Art, historische Angaben und Litteraturnachweise enthalten. Emil Bose.

(Eingegangen 18. Juni 1904.)

H. v. Helmholtz, Vorlesungen über theoretische Physik. Band II: Dynamik kontinuierlich verbreiteter Massen. Herausgegeben von Otto Krigar-Menzel. gr. 8. VIII u. 247 S. Mit 9 Figuren im Text. Leipzig, J. A. Barth. 1902. M. 12,—.

Die Vorlesung, die diesem Bande zu Grunde liegt, ist von Helmholtz im Sommersemester 1894 an der Berliner Universität gehalten worden, musste aber bereits am 11. Juli wegen seiner plötzlichen Erkrankung, die dann zu seinem Tode führen sollte, abgebrochen werden. So ist auch das Werk auf diesem Gebiete nur ein Torso geblieben. In den beiden ersten Abschnitten werden die allgemeinen Prinzipien und Grundgleichungen für die Kinematik und Dynamik der Kontinua entwickelt, während die speziellen Anwendungen des dritten Teiles auf die bekanntesten Fälle in der Elastizitätstheorie fester Körper, auf die einseitige Dehnung, die Torsion und Biegung von Cylindern beschränkt sind. Der vierte Teil, der bei vorgeschriebenen Kräften die Bestimmung von Deformation und Bewegung der Massen zur Aufgabe hat, giebt eine rein mathematische Theorie der betreffenden Differentialgleichungen, die mit den Theoremen der Potentialtheorie in enger Beziehung stehen, und schliesst mit den longitudinalen und transversalen Kugelwellen als besonders wichtigen Lösungen des Schwingungsproblemes. Als ergänzende Fortsetzung könnte hier die im zweiten Bande herausgegebene Vorlesung über die mathematischen Prinzipien der Akustik betrachtet werden. Dagegen fehlt leider die eigentliche Hydrodynamik mit der Theorie der Flüssigkeitswellen und den allgemeinen Wirbelgesetzen, die von ihrem Schöpfer gewiss eine besonders lichtvolle Darstellung erfahren hätten. — Die Entwickelung der Grundprinzipien unterscheidet sich von der üblichen, wie auch der Kirchhoffschen hauptsächlich durch eine grössere Ausführlichkeit in der Begriffsentwickelung mit besonderer Bezugnahme auf die Ergebnisse und Bedürfnisse der empirischen Forschung. Gleich im Anfange findet sich eine ausführliche Diskussion über das Verhältnis zwischen der Vorstellung kontinuierlich verbreiteter Massen zur Molekulartheorie und der Unterscheidung zwischen geordneten und ungeordneten Bewegungen. Sehr dankenswert ist im zweiten Teile bei den Symmetrieeigenschaften des elastischen Potentiales der Exkurs über die in der gesamten theoretischen Physik so wichtigen orthogonalen Invarianten. Dagegen fehlt leider jede Bezugnahme auf die Thermodynamik, die an dieser Stelle gleichfalls nahe gelegen hätte. — Die von dem Bearbeiter wie vom Verlage auf Stil und Ausstattung des Werkes verwendete Sorgfalt ist auch bei diesem Bande anerkennenswert.

E. Zermelo.

(Eingegangen 12. Juni 1904.)

Kurt Geissler, Die Grundsätze und das Wesen des Unendlichen in der Mathematik und Philosophie. gr. 8. VIII u. 417 S. Leipzig, B. G. Teubner. 1902. M. 14,—.

Wenn ein Verfasser es unternimmt, das seiner Meinung nach noch immer ungeklärte Dunkel des Unendlichkeitsbegriffes durch eine neue Theorie aufzuhellen, und dabei 344 von 417 Seiten der mathematischen Fassung und Anwendung dieses Begriffes zuweist, die dann folgende philosophisch-historische Diskussion also wohl nur als einen Anhang betrachtet, so sollte man erwarten, dass er sich mit dem heute geltenden Unendlichkeitsbegriffe der Mathematiker hinreichend vertraut gemacht habe, um sich mit ihm, sei es fortführend, sei es ablehnend, kritisch auseinanderzusetzen. Dies ist aber bei dem vorliegenden Werke durchaus nicht der Fall. Schon der fundamentale Unterschied zwischen dem „Aktual"-Unendlichen der „Mengenlehre" und dem „Potentiell-Unendlichen" der Differentialrechnung, zwischen dem gezählten und dem gemessenen Unendlichen scheint dem Verfasser, der an anderer Stelle doch auch G. Cantor citiert, nicht zum klaren Bewusstsein gekommen zu sein. In der Thatsache, dass Strecken verschiedener Länge gleichviel Punkte enthalten, dass also eine unendliche Punktmenge einem ihrer Teile äquivalent sein kann, erblickt er einen „Widerspruch", der erst durch seine subjektivistische Theorie der „Weitenbehaftung" gelöst werden könne. Seine Kenntnis der Infinitesimalrechnung scheint er aber ausschliesslich Lehrbüchern entnommen zu haben, die in ihrer unklaren Fassung der Grundbegriffe auf einem durchaus überwundenen Standpunkte stehen, und so stellt denn auch seine eigene Theorie nicht sowohl eine kühne

Neuerung als vielmehr eine Rückkehr in veraltete und längst widerlegte Auffassungen dar. Seine Unkenntnis oder sein Missverständnis des modernen Grenzbegriffes, der seit Cauchy und Weierstrass Gemeingut der Mathematiker geworden ist, geht schon aus seinem Abschnitte „Limes oder mathematischer Grenzwert" (S. 72—89) unzweifelhaft hervor, noch deutlicher aber aus seiner in Dialogform gehaltenen Diskussion des Tangentenbegriffes (S. 335—344), die hier der Einfachheit halber als typischer Fall zur Charakterisierung seines Standpunktes dienen möge. Allerdings ist die Tangente in einem Punkte P einer Kurve, wie ganz richtig ausgeführt wird, weder eine Sehne mit zwei verschiedenen Schnittpunkten, denn sonst wäre es eben eine Sehne und keine Tangente, noch auch eine mit zwei wirklich „zusammenfallenden" Schnittpunkten, denn sonst hätte sie eben nur den einen Punkt mit der Kurve gemein, und ihre Richtung bliebe unbestimmt. Aber sie ist die Gerade, welche die ganze Schar der von P aus nach einer Seite gezogenen Sehnen abgrenzt, und wird somit sehr anschaulich als ihre „Grenzlage" bezeichnet. Nach der Theorie des Verfassers dagegen geht die Tangente wirklich durch verschiedene Punkte der Kurve, allerdings unendlich benachbarte, die nur für die rohere „Weitenbehaftung des Endlichen" zusammenfallen, ja sie hat ein ganzes geradliniges Stück mit der Kurve gemein. (S. 54 u. 111.) In der gleichen Weise sollen alle Infinitesimalbegriffe dargestellt werden durch eine Art aktual unendlich kleiner Grössen verschiedener Ordnung, die nur je nach der willkürlich gewählten „Weitenbehaftung" gewisse Vereinfachungen gestatten. — Dass bei einer solchen Vorstellung, auch wenn sie sich widerspruchslos durchführen liesse, die enge Beziehung dieser Begriffe auf das Verhalten des Endlichen, der das Unendliche hier allein Ursprung und Existenzberechtigung verdankt, verwischt werden, wo nicht verloren gehen muss, liegt auf der Hand. Eine mathematisch präzise Formulierung und Durchführung der Theorie, die zu einer Entscheidung über ihre Widerspruchslosigkeit führen könnte, wird aber auch gar nicht versucht, sondern statt dessen mit mehr oder weniger plausibelem Raisonnement die verschiedensten Elementaraufgaben in diesem Sinne gedeutet. — Die Darstellung, gefällig und populär, die dem Leser möglichst wenig Vorkenntnisse und Anstrengung zumutet, scheint dem Werke eine gewisse Verbreitung und Bedeutung in Laienkreisen verschafft zu haben. Zu wahrer Aufklärung über den mathematischen Unendlichkeitsbegriff aber wird es seiner ganzen Tendenz und Anlage nach unmöglich dienen können.

E. Zermelo.

(Eingegangen am 12. Juli 1904.)

Heinrich Weber, Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik. Nach Riemanns Vorlesungen neu bearbeitet. II. (Schluss-)Band, 4. Auflage. gr. 8. XI u. 527 S. mit Abbildgn. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 1901. M. 10,—, in Halbfranz geb. M. 11,60.

Während der erste Band des Weberschen Werkes ausser der allgemeinen mathematischen Grundlegung die Mechanik und Elektrizitätstheorie ausführlicher behandelt, ist der zweite und letzte Band vorwiegend den Kapiteln der mathematischen Physik gewidmet, die den Hauptgegenstand der früheren Hattendorfschen Bearbeitung Riemannscher Vorlesungen über partielle Differentialgleichungen bildete, den Theorien der Wärmeleitung und der Schwingungen. Als mathematische Vorstufe vorausgeschickt wird ein Auszug aus der Theorie der gewöhnlichen linearen Differentialgleichungen, speziell der hypergeometrischen, die Darstellung der hypergeometrischen Funktionen durch Reihen und Integrale, die Theorie der allgemeinen Riemannschen P-Funktion und schliesslich eine kurze Behandlung der aus gewöhnlichen Differentialgleichungen fliessenden Oszillationstheoreme als einer wichtigen Grundlage für die Schwingungstheorie. — Von den Wärmeleitungsproblemen werden zunächst die eindimensionalen betrachtet, die auf die bekannte Wärmeleitungsgleichung in drei Variablen führen und in der Regel mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitsintegralen und Θ-Funktionen gelöst werden, mit einer Anwendung auf das Vordringen des Frostes in einem einseitig begrenzten Medium. Die Theorie der dreidimensionalen Wärmeprobleme wird unter Berücksichtigung der „äusseren Wärmeleitung" allgemein diskutiert, wobei sich Entwickelungen nach den Wurzeln transzendenter Gleichungen ergeben, und schliesslich auf das Wärmeproblem der homogenen Kugel angewendet. Das dritte Buch beginnt mit den allgemeinen Grundlagen der Elastizitätstheorie, die sofort auf den Fall isotroper Körper spezialisiert werden, und behandelt von den statischen Problemen, ausser der allseitigen und einseitigen Dehnung, im Anschluss an Saint Vénant die Torsion eines Cylinders von kreisförmigem und elliptischem Querschnitte sowie auch zum Schluss den Fall kannelierter Säulen von besonderer Form. Der Druck eines schweren Körpers auf eine elastische Unterlage wird zunächst mit Hilfe von Elementarlösungen behandelt und sodann mit Boussinesq auf ein elektrostatisches Problem zurückgeführt. Als einfachstes dynamisches Problem bietet sich naturgemäss die Bewegung gespannter Saiten und wirkt als vorbildliches Beispiel für die verschiedenen Integrationsmethoden, unter denen auch die Riemannsche hier zuerst eingeführt

wird. Die Schwingungen einer gespannten Membran werden zunächst für die speziellen Fälle einer rechteckigen, kreisförmigen, elliptischen und parabolischen Begrenzung untersucht, und sodann die Grundzüge der allgemeinen Theorie entwickelt, die mit Hilfe einer dem Dirichletschen Prinzip analogen Betrachtungsweise auf die Existenz einer Grundschwingung und unendlich vieler Oberschwingungen führt. Im Anfange des vierten Buches werden die Grundgleichungen der elektrischen Schwingungen aus der Maxwellschen Elektrizitätstheorie entnommen, sie werden dann aber zunächst nur auf lineare Ströme und auf die sogenannte „Telegraphengleichung" angewendet und zuletzt wird die Reflexion ebener Wellen wegen ihrer optischen Bedeutung ausführlicher behandelt. In einer späteren Auflage dürfte sich aber auch eine Berücksichtigung der neueren Forschungen auf diesem Gebiete empfehlen, unter denen die Theorie bewegter elektrischer Quanten als Grundlage der Lorentzschen „Elektronentheorie", die von einem Senderdrahte ausgehenden Wellen als Grundlage der Funkentelegraphie und schliesslich auch die Poincaré-Sommerfeldsche Diffraktionstheorie besonderes Interesse beanspruchen dürften.

Das fünfte und letzte Buch behandelt nach Aufstellung der hydrodynamischen Grundgleichungen und der Wirbelgesetze mit besonderer Ausführlichkeit die Bewegung fester Körper in einer reibungslosen Flüssigkeit und sodann die Unstetigkeitsflächen und ebenen Strahlbildungen mit Hilfe der konformen Abbildung, ohne aber auf die Theorie der Oberflächenwellen einzugehen. Den Schluss bildet ein Abschnitt über die Fortpflanzung von Stössen in einem Gase, eine äusserst klare und anregende Darstellung und Weiterführung der Riemannschen Untersuchung über die Schallschwingungen von endlicher Schwingungsweite. Wohl nicht absichtslos hat der Herausgeber gerade eine der glänzendsten Entdeckungen Riemanns an den Schluss seines Werkes gestellt, das, ursprünglich aus Riemannschen Vorlesungen hervorgegangen, in vorbildlicher Weise dazu beitragen wird, in die tiefen und schwerer zugänglichen Ideen der grossen Forscher einzuführen, sie zum Gemeingute zu machen und dadurch wieder zur Fortsetzung ihrer Untersuchungen anzuregen. E. Zermelo.

(Eingegangen 18. Juni 1904.)

Wilhelm Weber und Rudolf Kohlrausch, Fünf Abhandlungen über absolute elektrische Strom- und Widerstandsmessung. Herausgegeben von Friedrich Kohlrausch. 8. 116 S. mit 2 Bildnissen und 2 Figuren im Text. (Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Heft 142.) Leipzig, Wilhelm Engelmann. 1904. Mk. 1,80.

Das mit den Bildern Webers und Kohlrauschs geschmückte Bändchen enthält die folgenden Arbeiten: 1. Weber, Messung starker galvanischer Ströme bei geringem Widerstande nach absolutem Masse. 2. Weber, Über das elektrochemische Äquivalent des Wassers. 3. Weber und Kohlrausch, Über die Elektrizitätsmenge, welche bei galvanischen Strömen durch den Querschnitt der Kette fliesst. 4. Weber, Messungen galvanischer Leitungswiderstände nach einem absoluten Masse. 5. Weber, Zur Galvanometrie (nur die Hauptabschnitte, sonst Referat). An diese Arbeiten, auf deren Wichtigkeit hinzuweisen überflüssig ist, schliessen sich kurze Biographien der beiden Forscher, ferner eine ausführliche Einleitung und wissenschaftliche Anmerkungen des Herausgebers F. Kohlrausch. Emil Bose.

(Eingegangen 9. März 1904.)

W. Ostwald, Grundlinien der anorganischen Chemie. 2. verbesserte Auflage. gr. 8. XX und 808 S. mit 126 Textfiguren. Leipzig, W. Engelmann. 1904. Gebunden Mk. 16,—.

Die Thatsache, dass eine Zahl von 4000 Exemplaren der ersten Auflage im Laufe von drei Jahren völlig vergriffen war, zeugt nicht nur für die grosse Zahl der Anhänger der Ostwaldschen Anschauungen, sondern auch dafür, dass sich selbst die Vertreter abweichender Anschauungen dem eigenartigen Reize eines Ostwaldschen Buches nicht zu entziehen vermögen. Die erste Auflage ist in dieser Zeitschrift, Band 2, Seite 247 so eingehend und von berufenster Seite aus gewürdigt worden, dass der Referent fast nichts hinzuzufügen hat. Der Verfasser hatte in der ersten Auflage für den Begriff des spezifischen Volums das Wort „Räumlichkeit" erfunden, es jetzt aber, da es ihm selbst offenbar nicht sonderlich gefällt, durch das Wort „Räumigkeit" ersetzt. Ob es überhaupt angezeigt ist, gewissermassen internationale Bezeichnungen auszumerzen, möchte der Referent dahingestellt sein lassen, doch kann er weder das erste noch das zweite Ersatzwort für den Begriff des spezifischen Volums schön finden. Obgleich dem Berichterstatter das Gesetz von der Erhaltung der Masse unter dem Namen eines Gesetzes von der Erhaltung des „Gewichtes" etwas degradiert erscheint, so möchte er doch nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass sich auf Seite 43, Zeile 11 von unten, der verpönte ältere Ausdruck doch versehentlich einmal erhalten hat. Emil Bose.

(Eingegangen 9. März 1904.)

James Walker, Einführung in die physikalische Chemie. Nach der 2. Auflage des Originals unter Mitwirkung des Verfassers übersetzt und herausgegeben von H. v. Steinwehr. gr. 8. X und 428 S. mit 48 Abbildungen. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1904. Mk. 6,—.

Nunmehr ist auch die kleine physikalische Chemie von Walker in Übersetzung erschienen, eine Thatsache, welche der Referent, der selbst Übersetzer eines Walkerschen Büchleins ist, nur mit Freude begrüssen kann. Walker besitzt zweifellos eine besonders ausgeprägte Fähigkeit, die Grundlagen der chemischen Wissenschaften in leicht fasslicher und anschaulicher Weise zu behandeln. Das tritt auch in dem vorliegenden Werke deutlich zu Tage. Bei der grossen Zahl vorzüglicher Lehrbücher auf physikochemischem Gebiete wird nur ein eigenartiges und mit unzweifelhaften Vorzügen ausgestattetes Werk sich Freunde gewinnen können. Die besondere Einfachheit der Behandlung mit der leichtfasslichen Darstellung verbunden macht jedoch das Walkersche Buch zweifellos sehr geeignet, als Einführung in das Studium der physikalischen Chemie und damit gewissermassen als Einleitung zu den grossen Lehrbüchern derselben zu dienen. Eine Anzahl sehr instruktiver Figuren trägt dazu wesentlich bei. Emil Bose.

(Eingegangen 9. März 1904.)

Olof Linders, Die für Technik und Praxis wichtigsten physikalischen Grössen in systematischer Darstellung sowie die algebraische Bezeichnung der Grössen. Physikalische Masssysteme, Nomenklatur der Grössen und Masseinheiten. gr. 8. XII und 326 S. mit 43 Figuren. Leipzig, Jäh & Schunke. 1904. Gebunden Mk. 10,—.

Das vorliegende Buch eines schwedischen Ingenieurs stellt einen Versuch dar, die praktisch wichtigen physikalischen Grössen in möglichst einfachem physikalischen Gewande zu behandeln, dagegen aber auf der Grundlage einer vom Verfasser erdachten möglichst international gehaltenen Bezeichnungsweise. In diesem letzteren Umstande liegt wohl der Hauptgrund, weshalb der Inhalt des Buches (vorsichtig ausgedrückt) nur schwer geniessbar ist. Wer an die bequemen magnetischen Bezeichnungsweisen gewöhnt ist, wird es gewiss nicht besonders verlockend finden, sich plötzlich in ihre Ersetzung durch lauter russische Buchstaben zu fügen. Auch die Bezeichnungsweise sämtlicher Koeffizienten durch den Buchstaben k mit den verschiedensten Indices gehört nicht gerade zu den Annehmlichkeiten bei der Lektüre. Zu solchen künstlich zustande gebrachten Schwierigkeiten kommen noch häufige sachliche Mängel, die bisweilen, so in den elektrochemischen Daten, direkte grobe Fehler darstellen, bisweilen dagegen durch Verzicht auf wohldefinierte bekannte Begriffe zum mindesten sehr unpraktisch erscheinen müssen. Einzelne Vorschläge des Verfassers, betreffend die Benennung von wissenschaftlich und technisch wichtigen Grössen sind wohl nur geeignet, Heiterkeit zu erregen. Alles in allem bedauert der Referent, das Buch den Lesern dieser Zeitschrift nicht empfehlen zu können. Emil Bose.

(Eingegangen 9. März 1904.)

K. Prytz, Hovedträkkene af de vigtigste fysiske Maale metoder (Grundzüge der wichtigsten physikalischen Messmethoden). 224 Seiten mit 117 Textabbildungen. Kopenhagen, Jul. Gjellerup. 1902.

Das für Studierende der „Polytekniske Läreanstalt" in Kopenhagen bestimmte Buch will allein solche Mess- und Untersuchungsmethoden behandeln, die nicht spezielleren physikalischen Problemen zu Grunde liegen, sondern innerhalb grösserer Gebiete eine allgemeinere Bedeutung haben. Von diesem Gesichtspunkte aus wird die starke Betonung der Mechanik erklärlich, die etwa die Hälfte des Buches für sich in Anspruch nimmt.

Der Verfasser schickt im ersten Kapitel eine Auseinandersetzung über Auswertung von Beobachtungsfehlern und das Auffinden richtiger Mittelwerte derselben voraus, wobei er diese Methoden an den in diesem Abschnitt besprochenen Längenmessungen erläutert. Recht gründlich werden Winkelmessungen, Gewichts- und Volumbestimmungen besprochen, wobei auf genaue Beschreibung und Behandlung der Hilfsmittel voller Wert gelegt wird. Etwas kürzer behandelt der Verfasser Zeitmessungen, sowie Messungen von Kräften und Momenten, von welchen er eigentlich nur Torsionskräfte berücksichtigt. Recht schön ist der Abschnitt über Messung von Bewegungen.

Aus dem Gebiete der Wärmelehre werden neben sehr flüchtigen kalorimetrischen Messungen nur Temperaturbestimmungen eingehend behandelt. Die Optik fällt ganz aus und von elektrischen Messungen bringt das Buch auch nur sehr wenig, da lediglich einiges über Stromstärke, Spannungs- und Widerstandsbestimmungen gegeben wird.

Ist somit der gebotene Stoff etwas knapp, so ist das Behandelte doch stets korrekt und streng wissenschaftlich dargestellt, der Ausdruck überall klar und präzis. Von höherer Mathematik (Integralrechnung) wird nur ganz vorübergehend Gebrauch gemacht. Die Abbildungen

sind meist schematisiert, aber durchaus gut und brauchbar. Behrendsen.

(Eingegangen 15. März 1904.)

B. Kolbe, **Anleitung zu 30 der wichtigsten Schulversuche mit dem Differential- und Doppelthermoskop.** II. Auflage. 35 S. Berlin, F. Erneckes Verlag. 1904.

Das Werkchen giebt zunächst eine Beschreibung des Kolbeschen Doppelthermoskopes, welches dem bekannten Looserschen Apparate sehr ähnlich, aber grösser als derselbe ist und, wie der Verfasser angiebt, die Fehler des älteren Vorbildes beseitigen soll. Es werden eine Reihe von Versuchen beschrieben, die sich mit dem Apparate anstellen lassen (gerade wie das schon früher Looser gethan (s. diese Zeitschrift Bd. 3, S. 346). Von diesem gehören 16 Versuche in die eigentliche Wärmelehre, 7 beschäftigen sich mit elektrischen Messungen (Joulesche und Peltiersche Wärme). Ausser 2 Osmoseversuchen wird dann noch eine Reihe von Versuchen angegeben, bei welchen nur die Manometer des Apparates zu benutzen sind.

Behrendsen.

(Eingegangen 17. März 1904.)

M. Kuhn, **„Apparat für den Torricellischen Grundversuch" und „Pneumatischer Universalapparat".** 7 u. 8 Seiten. Wien, Selbstverlag. 1904.

Zwei kurze Broschüren des genannten Verfassers wollen die Aufmerksamkeit auf zwei Glasapparate zu Versuchen aus dem Gebiet der Aëromechanik lenken. Der erstere besteht aus einer U-förmigen Röhre auf Stativ mit 3 Hähnen und lässt sich als leicht füllbares Quecksilber-Barometer sowie zum Nachweise des Boyle-Mariotteschen Gesetzes verwenden.

Der andere Apparat setzt sich aus 2 Teilen, einem „Spannungs"- und einem „Strömungsapparat" zusammen, von welchen der erstere zwei kugelförmige Rezipienten aufweist, an die seitlich sich je zwei Manometer anfügen, und in welchen durch eine Stiefelpumpe die Luft verdichtet oder verdünnt werden kann. Der Strömungsapparat besteht aus einem Leitungsrohr mit aufgesetzten Manometerröhren, die oben verbunden sind. Beide Teile können getrennt oder kombiniert verwendet werden und gestatten einen ziemlich vielseitigen Gebrauch.

Behrendsen.

(Eingegangen 17. März 1904.)

A. Berliner, **Lehrbuch der Experimentalphysik** in elementarer Darstellung. gr. 8. XVI und 857 S. mit 3 lith. Taf. und 695 zum Teil farb. Abbildungen im Texte. Jena, Gust. Fischer. 1903. M. 14,—, gebunden 16,50.

Das ziemlich umfangreiche, trefflich ausgestattete Werk hat der Verfasser für solche Studierende bestimmt, welche die Physik mehr als Hilfswissenschaft zu betrachten haben, wie Chemiker, Mediziner, doch soll es auch jungen Physikern in den ersten Semestern zum Gebrauche dienen können. Dementsprechend ist die Darstellung, wenn auch auf durchaus wissenschaftlicher Basis stehend, elementar und zwar ausserordentlich sorgfältig und klar. Dieses liebevolle Eingehen auf den behandelten Stoff, die vielseitige Ausgestaltung desselben verleiht dem Buche seinen besonderen Wert. Den oben erwähnten Interessenten zuliebe hat der Verfasser die mathematische Behandlung so sehr zurücktreten lassen, dass höchstens das Sekundanerpensum vorausgesetzt wird. Wir möchten indessen diesen Standpunkt nicht gerade besonders rühmend hervorheben. Es wird nachgerade Zeit, Chemiker und Mediziner an ein in mathematischer Hinsicht höheres Niveau zu gewöhnen — sonst bleibt ihnen ihre eigene Wissenschaft heutzutage unverständlich.

Nicht zu unterschätzen ist in dem Berlinerschen Buche auch der Umstand, dass in ausgiebigster Weise der Energiebegriff, energetische Vorstellungen und Hilfsmittel ausgenutzt worden sind. Endlich liegt einmal wieder ein elementares Lehrbuch vor, an dem man auch nach dieser Richtung hin Freude hat. So wird, um ein Beispiel zu geben, die Wärmelehre sofort auf den Wärmebegriff als dritte Energieform basiert und eine kurze, aber anschauliche Darstellung der beiden Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie der Einzelnbetrachtung der Erscheinungen vorausgeschickt.

Die Doppelbrechung der Krystalle hat der Verfasser zunächst ganz von der Polarisation losgelöst und direkt an die einfachen Brechungserscheinungen angeschlossen. Die Polarisation wird alsdann später rein theoretisch und als abstrakte Definition eingeführt, ohne an die grundlegenden Spiegelungsversuche anzuknüpfen; diese werden dann ganz ans Ende geschoben. Dass die neue, eigenartige Behandlungsweise sehr glücklich ist, will uns nicht recht scheinen; kann doch z. B. der Verfasser bei der Beschreibung des Nicolschen Prismas nicht des Polarisationsbegriffes entraten, den er vorweg nehmen muss, ehe der Begriff als solcher eingeführt worden ist.

Auf die technisch so überaus wichtigen und dem allgemeinen Interesse mit jedem Jahre näher rückenden Dynamomaschinen sowie auf die Transformation der verschiedenen Stromarten

hätte mehr Wert gelegt werden können, als der Verfasser das thut. Überhaupt besteht in der Stoffauswahl zuweilen eine nicht ganz zu rechtfertigende Ungleichheit. So wird z. B. das Zeisssche Doppelfernrohr genau besprochen und abgebildet, während das terrestrische Fernrohr kaum erwähnt wird und vom Projektionsapparat überhaupt nicht die Rede ist; so giebt der Verfasser eine sorgfältige Beschreibung und Abbildung vom Jaminschen Interferentialrefraktor und vom Fizeau-Abbeschen Dilatometer, während von Teslaschwingungen kein Wort, von Herzschen Wellen sehr wenig gebracht wird, und der Drehung der Polarisationsebene im magnetischen Felde sowie des Zeeman-Phänomens in vier Zeilen nur eben gedacht wird.

Vielleicht lässt der Verfasser solche Unebenheiten bei einer zweiten Auflage verschwinden. Dann dürfte das Buch, das wir namentlich zum Selbstunterricht dringend empfehlen möchten, zu den vorzüglichsten Lehrbüchern der Gegenwart zu rechnen sein. Behrendsen.

(Eingegangen 17. März 1904.)

Carl Ramsauer, Über den Ricochetschuss. Inaugural-Dissertation. Kiel 1903.

Ricochetschuss ist bekanntlich ein Schuss, bei dem die unter flachem Winkel gegen eine Wasserfläche abgeschossene Kugel scheinbar nicht in dieses eindringt, sondern unter annähernd gleichem Winkel und geringem Geschwindigkeitsverluste wieder abprallt, um erst nach einer grösseren Anzahl von Sprüngen zur Ruhe zu kommen. Verf. hat es unternommen, die Ursachen und Bedingungen dieser Erscheinung durch eine Reihe von Messungen aufzuklären.

Die Schiessvorrichtung bestand in einem besonders konstruierten Gewehr mit glattem, cylindrischem Laufe, das fest an einen Balken geschraubt wurde, einem grossen, mit Zinkblech ausgeschlagenem, mit Wasser gefüllten Tannenholzkasten und einem Kugelfang. Benutzt wurden gedrehte Messingkugeln, da sich Bleikugeln zu stark deformierten und Kugeln härterer Legierungen meist zu spröde waren. Gemessen wurde genau der Weg, den das Geschoss in der Luft und im Wasser nimmt, durch in die Schussbahn gestellte Schirme aus Papier oder Bleidraht, ferner die Geschwindigkeit des Geschosses vor und nach der Berührung mit dem Wasser durch je 2 Drahtgitter, die, in bestimmtem Abstande stehend, vom Geschoss nacheinander zerrissen werden, wodurch ein elektrischer Strom eine entsprechende Zeit auf ein Galvanometer einwirken kann. Die Eichung desselben war empirisch, mit Hilfe eines Pendels vorgenommen worden.

Die Versuchsergebnisse sind im wesentlichen folgende: Das Geschoss dringt in das Wasser ein und läuft eine Strecke unter Wasser, und zwar um so tiefer und länger, je grösser der Aufprallwinkel[1]) ist. Der Winkel, unter dem das Geschoss das Wasser verlässt, ist stets kleiner als der Aufprallwinkel. Dieser muss bei den hier benutzten Versuchsbedingungen kleiner sein als 7^0, sonst kommt das Geschoss nicht wieder über die Wasseroberfläche heraus. Der Geschwindigkeitsverlust beim Aufprallen nimmt mit wachsendem Winkel sehr stark zu, so dass die mit 623 m/sec unter einem Winkel von $6^0\,50'$ abgeschossene Kugel nach dem Wiederaufsteigen selbst dünnes Papier nicht mehr zu durchschlagen vermag.

Die Erklärung der Erscheinung lässt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen: „Die Kugel erhält beim Durchdringen einer Substanz von allen Seiten her einen senkrecht zu ihrer Bahn gerichteten Druck; an dieser Druckwirkung sind nicht nur die unmittelbar getroffenen Partikelchen beteiligt, sondern eine ganze Zone, die den Schusskanal als ein konaxialer Cylinder umgiebt, dessen Durchmesser durch die Molekularbeschaffenheit der Substanz und durch die Geschwindigkeit der Kugel bedingt ist. Solange nun die Kugel bei ihrem Wege durch irgendeine Substanz mindestens so weit von der Grenze dieser Substanz entfernt ist, wie der Radius des bei der Druckwirkung in Betracht kommenden konaxialen Cylinders beträgt, solange sind die senkrecht zur Flugbahn gerichteten Druckwirkungen allseitig dieselben, sie heben sich auf. Rückt die Flugbahn aber so nahe an die Grenze des Mediums heran, dass die Druckzone an einer Seite unvollständig wird, so gewinnt der Druck auf der entgegengesetzten Seite die Oberhand und die Kugel schlägt eine gekrümmte Bahn ein." Versuche, bei denen horizontal in einen Wasserbehälter eingeschossene Kugeln sich aus demselben erheben, oder durch einen Satz Bleiplatten geschossene Kugeln nach den Rändern abgelenkt werden, bestätigten diese Anschauung.

1) Gemeint ist der Winkel der Geschossbahn gegen die Horizontale.

M. Reich.

(Eingegangen 14. März 1904.)

H. J. Tallqvist, Lehrbuch der technischen Mechanik I. (Geometrische Bewegungslehre. Mechanik des materiellen Punktes. Statik der starren Körper. Dynamik der starren Körper.) gr. 8. XII u. 750 S. mit 473 Figuren. Helsingfors. Zürich, E. Speidel. 1903. M. 16,—.

Mit der ersten Blütezeit des Züricher Polytechnikums in den sechziger Jahren des ver-

flossenen Säkulums fällt eine an die Namen von Culmann und Reuleaux geknüpfte Entwicklungsperiode der technischen Mechanik nach der Seite der Graphostatik und Kinematik zusammen, in welcher die von Poncelet und Redtenbacher hauptsächlich gepflegte dynamische Richtung sowohl im Unterrichte, wie auch in der Litteratur stark in den Hintergrund gedrängt wurde. Seitdem haben sich die Verhältnisse unter dem Einfluss der Maschinentechnik wesentlich verschoben; zwar hat die graphische Statik in Anlehnung an die vielseitig ausgestaltete Baukonstruktionslehre ihre Bedeutung vollauf gewahrt, dagegen musste die Kinematik sich eine erhebliche Einschränkung gefallen lassen zu Gunsten der neu aufblühenden technischen Dynamik, welche seit der Mitte der neunziger Jahre in der Technik das Feld zweifellos beherrscht. Da diese tiefgreifende Wandlung den Bedürfnissen der Praxis entsprungen ist, so darf man nicht erwarten, dass sie sich sofort auch im Hochschulunterrichte und in den als Begleiterscheinung desselben auftretenden Lehrbüchern der technischen Mechanik ganz allgemein widerspiegelt. Dazu kommt, dass dynamische Probleme an die Vorbildung der Studierenden und ihre Vertrautheit mit mathematischen Methoden naturgemäss höhere Anforderungen stellen, als die meist graphisch, also anschaulich zu erledigenden Aufgaben der Statik und Kinematik. In älteren gangbaren Lehrbüchern, z. B. denen von Ritter, nehmen daher auch diese Gegenstände weitaus den grössten Raum ein, während die Dynamik sich meist mit wenigen Seiten begnügen muss.

Hiervon macht auch das vorliegende, trefflich ausgestattete Lehrbuch von Tallqvist, eines in Helsingfors (Finnland) wirkenden ehemaligen Schülers des Züricher Polytechnikums, welches sich der Vorrede nach an die Vorlesungen von Professor Herzog an dieser Hochschule eng anlehnt, keine Ausnahme. Es behandelt in vier Abschnitten die geometrische Bewegungslehre, die Mechanik des materiellen Punktes, die Statik starrer Körper und die Dynamik derselben in durchaus verständlicher Form unter Beigabe einer grossen Zahl deutlicher Figuren und vieler durchgeführter sowie ungelöster Übungsbeispiele. Die Hälfte des ganzen Werkes ist der Statik gewidmet, in der auch graphische Methoden, begleitet von analytischen Beweisen, eine umfassende Verwendung finden. Demgegenüber ist die Dynamik, an deren Spitze mit Recht das D'Alembertsche Prinzip steht, sehr kurz auf rund 100 Seiten abgehandelt, von denen der vierte Teil auf die Lehre vom Stosse bzw. die Momentankräfte entfällt. In den Anwendungen der Dynamik finden wir das Centrifugalpendel, jedoch ohne Berücksichtigung der ebenso interessanten wie praktisch wichtigen Schwingungen, die Theorie des Schwungrades unter sehr vereinfachenden Annahmen, das physische Pendel und die Walze auf schiefer Ebene. Seltsamerweise tritt die Bestimmung der in der Technik für Festigkeitsrechnungen ausschlaggebenden dynamischen Reaktionskräfte, welche das D'Alembertsche Prinzip so bequem gestattet, nirgends hervor; ebenso vermissen wir die Theorie gedämpfter Schwingungen, die Superposition und Resonanz derselben und die schönen Sätze über den Massenausgleich mehrerer Kurbelgetriebe, welche sich ein Lehrer der technischen Mechanik jetzt um so weniger entgehen lassen sollte, als dieselben nicht mehr bloss für Schiffsmaschinen, sondern auch für Schnellbahnlokomotiven eine grosse Bedeutung erlangt haben.

Das Tallqvistsche Buch kann demnach, was den dynamischen Teil betrifft, nur als erste Einleitung in das Lehrgebiet in Frage kommen und sollte ebenso wie darauf basierte Vorlesungen für selbständig strebende Ingenieure durch einen höheren Kursus, für den die Föpplsche „Dynamik" und die „Mechanik starrer Systeme"[1]) des Referenten Beispiele darbieten, ergänzt werden. In diesem Sinne hatte schon Zeuner, der Vorgänger und Lehrer Herzogs, aus dessen Vorlesungen in Zürich das Buch hervorgegangen ist, in seinen späteren Vorträgen am Dresdener Polytechnikum den Lehrstoff der Mechanik unter Zurückstellung der statischen Probleme erweitert, die Züricher Tradition also nicht mehr aufrecht erhalten. Ich glaube darum auch nicht, dass das vorliegende Werk die einmal zum Durchbruch gelangte Entwickelung zurückschrauben dürfte, wenn man auch kaum so weit gehen wird, wie Heun in seiner interessanten „Allgemeinen Mechanik"[2]) unter Verwendung der Lagrangeschen Gleichungen.

Behält man das vom Verfasser sich selbst gesteckte Ziel im Auge, so muss man die klare Darstellung ebenso anerkennen, wie die zweckmässige Auswahl der Übungsbeispiele. In beiden gelangt die reiche Lehrerfahrung mehrerer Generationen deutlich zum Ausdruck, so dass das Tallqvistsche Buch zur ersten Einführung in die Mechanik mit besonderer Berücksichtigung statischer Probleme warm empfohlen werden kann.

H. Lorenz.

1) Siehe diese Zeitschrift **4**, 681, 1903.
2) Siehe diese Zeitschrift **4**, 354, 1903.

(Eingegangen 16. März 1904.)

Naturwissenschaft und Technik in gemeinverständlichen Einzeldarstellungen. gr. 8°. Stuttgart u. Leipzig. Deutsche Verlagsanstalt. 1904.

Bd. I. **L. Pfaundler, Die Physik des täglichen Lebens** gemeinverständlich darge-

stellt. XII u. 420 S. mit 464 Abbildungen. Gebunden M. 7,50.

Bd. II. **O. Jentsch, Unter dem Zeichen des Verkehrs** 283 S. mit 180 Abbildungen. Gebunden M. 5,—.

Populäre naturwissenschaftliche, besonders physikalische Werke nimmt man immer mit einigem Misstrauen in die Hand, weil sie sich meist entweder die Aufgabe stellen, etwas zu lehren, was man aus Büchern überhaupt nicht lernen kann, oder sich damit begnügen, die glänzenden Erfolge der naturwissenschaftlichen Forschung und Technik ziemlich kritiklos darzustellen. Von beiden Fehlern sind die vorliegenden Bücher frei.

Im ersten Bande macht der bekannte Bearbeiter der vortrefflichen Müller-Pouilletschen Physik den Versuch, physikalische Kenntnisse in dem Umfange zu vermitteln, wie sie heute jeder Gebildete nötig hat. Er geht dabei aus von Beobachtungen, wie man sie täglich in der Natur, im Hause, in den Werkstätten und Fabriken machen kann, und leitet dazu an, aus diesen Beobachtungen mit Hilfe einfacher Experimente die wichtigsten physikalischen Gesetze zu erschliessen. Durch sehr geschickte Darstellung gelingt es dem Verfasser, selbst schwierigere Dinge, wie das Dopplersche Prinzip, die Erklärung der Reflexion und Brechung aus der Wellentheorie des Lichtes, die atmosphärischen Lichterscheinungen, die Lehre von der Energie, ihre verschiedenen Formen und Umwandlungen, ja selbst ihre Zerstreuung hinreichend klar zu machen. Er kann dabei allerdings nicht überall Versuche entbehren, die sich nur mit Apparaten der physikalischen Kabinette ausführen lassen und auch manche Versuche mit einfachen Hilfsmitteln würden dem Ungeübten kaum so gelingen, wie sie der Verfasser beschrieben hat, z. B. die Versuche über die elastische Dehnung von Drähten S. 15. Dadurch dass der Verfasser die gewonnenen Resultate immer wieder auf die Erscheinungen der Natur, des täglichen Lebens, auf Maschinen und industrielle Anlagen, auf Meteorologie und Hygiene anwendet, wird die Darstellung sehr lebendig und fesselnd, und selbst der Lehrer der Physik wird in dem Buche für seinen Unterricht viel Anregendes finden. Unterstützt wird die Darstellung durch vortreffliche Abbildungen. Auf ein paar kleine Mängel soll noch hingewiesen werden: Für die Dampfmaschine sind die wenigen schematischen Zeichnungen nicht ausreichend, denn nach ihnen würde der Unkundige sich schwerlich bei einer Dampfmaschine, wie er sie in Fabriken findet, zurechtfinden. Der Gasmotor ist gar nicht erwähnt. S. 6 ist die Breite von Berlin falsch angegeben und demnach sind die folgenden Rechnungen unrichtig.

Bd. II der Sammlung enthält eine Darstellung der Verwendung von Dampf und Elektrizität im Verkehr mit Berücksichtigung der Entwickelung des Weltverkehrs im letzten Jahrhundert in einer Reihe von Monographien, betitelt: Das Zeitalter der Dampfkraft und der Elektrizität; Post und Telegraphie; Telephonie; Eisenbahnen; Schiffahrt. Der Verfasser, der als Oberpostinspektor mitten im Verkehrsleben steht und ein genauer Kenner desselben ist, schildert die modernen Verkehrsmittel, ihre physikalischen Grundlagen und ihre geschichtliche Entwickelung bis zu den neuesten Erfindungen, z. B. Schnelltelegraphie, Funkentelegraphie, Lichttelephonie, Telephonograph, Schnellbahnen, Schnelldampfer, Unterseebote etc. Die Darstellung der physikalischen Grundlagen und die Beschreibung der technischen Ausführung der Apparate und Maschinen ist zwar manchmal etwas zu knapp, aber vorzügliche Abbildungen, meist Reproduktionen nach Photographien kommen dem Verständnis zu Hilfe. Sehr wertvoll sind die umfassenden statistischen Angaben über die Erfolge der Verkehrsmittel, ihre Ausbreitung und ihren Einfluss auf die wirtschaftliche Entwickelung. Bei den neuesten Erfindungen, z. B. der Funkentelegraphie, würdigt der Verfasser ihre Bedeutung für die zukünftige Gestaltung des Weltverkehrs sehr einsichtsvoll und objektiv, vielleicht noch manchmal etwas optimistisch, aber doch frei von jeder phantastischen Zukunftsschwärmerei. Die Darstellung ist geschickt, fesselnd und klar. Deshalb kann man auch diesen Band wie den ersten nicht nur jedem Gebildeten, sondern auch dem Fachmann und vor allem dem Lehrer warm empfehlen.

E. Götting.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

J. Kollert, Katechismus der Physik. Webers illustrierte Katechismen, Bd. 57. 6. Auflage. Leipzig, J. J. Weber. 1903. XV u. 593 S. mit 364 Abbildungen. 8°. Geb. 7 M.

In den ersten Auflagen hat der Kollertsche Katechismus der Physik sich wegen seiner kurzen und doch umfassenden Darstellung der Physik zum Nachschlagen oder Wiederholen besonders für den Chemiker und Mediziner gut bewährt. Die vorliegende 6. Auflage ist gegen die früheren wieder stark erweitert, indem die Fortschritte der Wissenschaft und der physikalischen Technik soweit wie möglich berücksichtigt sind. Von grösseren Abschnitten ist zugefügt die Theorie des elektrostatischen Potentials und die der Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten, die mathematische Behandlung des Elektromagnetismus und der Induktion, Theorie und Anwendung der elektrischen Wellen, die Elek-

trizitätsleitung in Gasen nach den modernen Anschauungen über Ionisierung, die Elektronentheorie und die verschiedenen Strahlungsvorgänge. In diesen neuen Abschnitten bedient sich der Verfasser der Elemente der Infinitesimalrechnung, die, wie er mit Recht sagt, „niemand, der moderne Naturwissenschaft treibt, entbehren kann, und die z. B. auch dem Mediziner und Chemiker geläufig sein müssen, so dass wohl auch der Mathematikunterricht auf Gymnasien und Realgymnasien dieselben über kurz oder lang in seinen Lehrplan wird aufnehmen müssen." Die Vorteile dieser Methoden würden noch deutlicher werden, wenn der Verfasser sie nicht bloss in den neuen Abschnitten und der mechanischen Wärmetheorie, sondern überall, in der Mechanik, der Wellenlehre etc. verwendete. Wünschenswert wäre eine Revision der Figuren, von denen einige aus den früheren Auflagen übernommene schlecht oder, wie Fig. 147 und 148, fehlerhaft sind. Für Dampfmaschine und Gasmotor fehlen Figuren ganz. Auch der Text der älteren Abschnitte bedürfte an einigen Stellen der Revision, so am Anfang der Optik. Es ist nicht richtig, dass allein durch Foucaults Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes in Wasser „die Richtigkeit der Wellentheorie unmittelbar dargethan" ist, oder dass man jetzt noch nicht imstande wäre, das mechanische Äquivalent der Lichteinheit zu bestimmen; der Verfasser übersieht da die Versuche von Tumlirz und Ångström. Dann hat der Jupiter 5 Monde, nicht 4. Diese Mängel kommen allerdings gegenüber den sonstigen Vorzügen des Buches, der grossen Reichhaltigkeit des Stoffes und der exakten und klaren Darstellung nicht in Betracht. Das Buch hat in der neuen Auflage an Brauchbarkeit noch wesentlich gewonnen und kann zum Nachschlagen und zum Studium nicht bloss dem Mediziner und Chemiker, sondern auch dem Studierenden der Physik angelegentlich empfohlen werden. E. Götting.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

Franz M. Feldhaus, Die Erfindung der elektrischen Verstärkungsflasche durch Ewald Jürgen von Kleist. 8°. 29 S. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung. 1903. 0,80 M.

Mit viel Fleiss und Mühe hat offenbar der Verfasser in Büchern, Zeitschriften und Archiven aller Art aus der Mitte des 18. Jahrhunderts studiert, um die Frage zu entscheiden, ob die Verstärkungsflasche von Kleist oder in Leyden zuerst entdeckt wurde. Das Ergebnis, das der Verfasser in dem sehr interessant geschriebenen kleinen Buche mitteilt, ist, dass Kleist die berühmte Flasche jedenfalls früher gefunden hat, wenn sie überhaupt in Leyden selbständig gefunden wurde. Verfasser schlägt daher vor, jetzt, da durch die Verbreitung der drahtlosen Telegraphie die Verstärkungsflasche „aus dem Dunkel physikalischer Kabinette unter die Werkzeuge des Weltverkehrs emporgestiegen" ist, den Namen Leydener Flasche endgültig durch Kleistsche Flasche zu ersetzen. M. Reich.

(Eingegangen 21. März 1904.)

Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums Königstuhl-Heidelberg. (Astrophysik. Abtlg. d. Grossherzogl. Sternwarte.) Herausgegeben von Max Wolf. gr. 4. IV u. 192 S. mit Fig. u. 4 Tafeln. I. Band. Karlsruhe, G. Braunsche Hofbuchdruckerei. 1902. M. 20,—.

Der vorliegende erste Band der Publikationen der astrophysikalischen Abteilung der Sternwarte auf dem Königstuhl bei Heidelberg enthält ausser einer kurzen Einleitung 10 gesonderte Abhandlungen sehr verschiedenen Umfangs. Die beiden ersten Schriften von Wolf selbst verfasst enthalten die nötigen Angaben über die geographische Lage des neuen Observatoriums und diejenigen der früheren kleinen Privatsternwarte des Verfassers in der Stadt Heidelberg selbst. Die Quellen resp. die Methoden, welche zur Feststellung der Positionen benutzt wurden, werden genau mitgeteilt. Es liegt demnach das neue Observatorium (Mitte des Durchgangs-Instrumentes) in $0^h 34^m 54{,}25^s$ östliche Länge von Greenwich (vorläufiger Wert) $49^0 23' 54{,}9''$ Nordbreite und in der Höhe von 562,1 m über NN. (für den Barometer giebt der Verfasser 563,4 m). Dagegen gelten für die alte Sternwarte in Heidelberg die Werte: $0^h 34^m 48{,}23^s$ östl. Greenw. (Achsenmittelpunkt des Refraktors) $49^0 24' 34{,}3''$ Nordbreite, 125,9 m über NN., so dass also das neue Observatorium etwas über 436 m höher liegt als das alte. —

In der dritten Schrift beschreibt der Verfasser den neuen „parallaktischen Messapparat", welcher die Ausmessung der photographischen Himmelsaufnahmen zu erleichtern bestimmt ist. Das Instrument ist vor einigen Jahren im Prinzip von dem holländischen Astronomen Kapteyn angegeben worden, es beruht darauf, dass man die Koordinaten der Sterne auf einer photographischen Platte direkt in α und δ erhalten kann, wenn man diese Platte dem Objektiv eines Äquatoreals gegenüberstellt, senkrecht zur optischen Achse desselben und in einer Entfernung, die der Brennweite des Objektives entspricht, mit dem die photographische Aufnahme gemacht wurde. Es stellt dann für das Äquatoreal die Platte gewissermassen ein Stück des Him-

mels dar und zwar in richtiger scheinbarer Grösse, so dass an den Kreisen des Äquatoreals ohne weiteres α- und δ-Differenzen abgelesen werden könnten. Der Messapparat der Heidelberger Sternwarte ist nun nach diesen Grundsätzen ausgeführt und der Bequemlichkeit der Aufstellung der Platte wegen so, dass gewissermassen die Polarachse des „Äquatoreal" senkrecht gestellt ist, womit erreicht wird, dass dann die Platte in gleiche Höhe mit dem Achsenschnitt des Messapparates und mit ihrer Fläche senkrecht aufgestellt werden kann. Wegen der detaillirten Beschreibung muss hier natürlich auf das Original, welches auch die Abbildungen in sehr anschaulicher Weise giebt, verwiesen werden. An diesen Aufsatz schliesst sich wohl nicht räumlich, aber sachlich die fünfte Abhandlung an, in welcher Dr. Schwassmann die genaue Theorie dieses Apparats giebt und zugleich eine Liste von Messungsresultaten. Für 301 Nebelflecke aus dem Sternbilde der Jungfrau hat der Verfasser mittels dieses Apparates die Positionen aus photographischen Aufnahmen bestimmt. Es bietet sich dabei zugleich Gelegenheit die Genauigkeit, welche die Messungen, namentlich für Platten mit grossem Gesichtsfelde gewähren, genauer zu untersuchen. Diese schöne Abhandlung nimmt von den 192 Seiten des Bandes über die Hälfte in Anspruch. — In der 4. und 8. Abhandlung giebt Wolf Verzeichnisse von Nebelflecken, die er auf photographischem Wege gefunden hat; besonders interessant ist die Untersuchung der Gegend des Himmels, in welcher sich der Nordpol der Milchstrassenebene befindet. Auf einer einzigen Platte, die nicht ganz 5 Grade im Quadrat umfasst, haben sich über 1500 einzelne Nebel auffinden lassen, von denen weit über 1400 neu sind, denn der Dreyersche Katalog enthält davon nur etwa 80 einzelne Nebelflecke. Durch solche photographische Aufnahmen wird mit der Zeit ein Material gesammelt werden, dessen kosmische Bedeutung sehr gross ist, sobald es scharf und nach einheitlichen Grundsätzen sich wird bearbeiten lassen. Es kann wohl füglich behauptet werden, dass die Ausnutzung der vorzüglichen optischen Hilfsmittel des Königstuhl-Observatoriums nach dieser Richtung hin noch wesentlich verdienstlicher erscheint, als die Auffindung kleiner Planeten. Allerdings ist die Ausmessung solcher Platten eine mühsame Arbeit, besonders wenn dies mit der nötigen Genauigkeit geschehen soll. — Die Abhandlung 4 giebt eine Liste von 154 Nebelflecken aus den Sternbildern des Krebses und Luchses. — Die Schriften unter No. 6 und 7 von Carnera beschäftigen sich mit den photographischen Aufnahmen des veränderlichen Sternes S Leonis und mit den Platten, auf denen der Planet Eros sich befindet. Mit Hilfe letzterer sind eine grössere Anzahl (14 Tage) Positionsbestimmungen dieses interessanten Planeten gemacht worden. — Die Abhandlung 8 von Kopff beschäftigt sich mit der Verteilung der Sterne in der Nähe des Orionnebels und in No. 10 giebt derselbe Verfasser noch Beobachtungen mehrerer veränderlicher Sterne nämlich für α-Herkulis, η-Aquilae, R-Lyrae, β-Lyrae, β-Pegasi, α-Cassiopeiae, R-Trianguli, η- und ζ-Geminorum, ε-Aurigae und der Nova Persei.

L. Ambronn.

(Eingegangen 21. März 1904.)

J. M. Pernter, Meteorologische Optik. II. Abschnitt. gr. 8°. S. 55—212. Mit vielen Figuren im Text. Wien, W. Braumüller. 1902. M. 4,20.[1])

Das vorliegende zweite Heft dieses interessanten Werkes behandelt in sehr ausführlicher Weise „die Erscheinungen, welche den gasförmigen Bestandteilen der Atmosphäre allein zu verdanken sind", wie der Verfasser sich ausdrückt. Diese Inhaltsangabe ist aber, wie ich annehmen möchte, nicht sehr glücklich gewählt, denn das Heft enthält vielmehr die Beschreibung und Erklärung derjenigen Phänomene, welche durch den verschiedenen Temperatur- und Luftdruckzustand der gasförmigen Hülle der Umgebung unserer Erde die normale und abnormale Richtung der Lichtstrahlen bewirken. Es ist das gewiss eines der wichtigsten Gebiete der kosmischen Physik und der Meteorologie. Der Verf. behandelt den Stoff in 5 Kapiteln, die sich so verteilen, dass das erste den normalen Erscheinungen dieser Art, der astronomischen und terrestrischen Refraktion inkl. der Bestimmung der Kimm gewidmet ist. Das II. und III. Kapitel enthält die Vorgänge, welche bei der abnormalen Lichtbrechung in der Atmosphäre entstehen, solange dieselben einen für einige Zeit konstanten Charakter behalten. Dahin gehören die aussergewöhnlichen Hebungen und Senkungen der Kimm (des Horizontes) und die Verengung des Gesichtskreises; andrerseits aber auch die für einige Zeit stabilen Luftspiegelungen nach oben und unten (Serab, Délibale in den ungarischen Steppengebieten). Das vierte Kapitel ist den eigentlichen „Fata Morgana"-Erscheinungen gewidmet, unter welchen die einem verhältnismässig schnellen Wechsel unterworfenen Luftgebilde zusammengefasst werden können. Besonders interessant sind hier ausser den schliesslich aufgestellten Erklärungen der Phänomene die vielen authentischen Mitteilungen zuverlässiger Beobachter aus alter und neuer Zeit. Da es sicherlich sehr schwer ist, solche Gebilde gut

1) 1. Abschnitt: Diese Zeitschrift **3**, 398, 1902.

zu beschreiben, noch schwerer aber, die wichtigsten Momente aus den Originalbeschreibungen herauszugreifen ohne den Gesamteindruck der Schilderung zu zerstören, so ist es gerade besonders dankenswert, wenn der Verfasser so viel als möglich die Beobachter selbst reden und schildern lässt. Ich will hier auch nicht unterlassen, die Bemerkung wiederzugeben, in welcher Verfasser sagt, dass man mit einer recht schlechten Fensterscheibe, die voller Schlieren und Blasen ist, fast alle Erscheinungen der abnormalen Lichtfortpflanzung durch die Atmosphäre recht gut im kleinen imitieren kann. Das Kapitel behandelt sodann gewissermassen einen Spezialfall der schnell veränderlichen Brechungsverhältnisse, nämlich das Funkeln, Szintillieren der Sterne und den damit ab und zu verbundenen scheinbaren Farbenwechsel derselben.

Es werden die Theorien resp. Versuche von Montigny, Respighi und anderer, aber vor allem auch diejenigen von Karl Exner eingehend erläutert und zur Erklärung der Phänomene herangezogen. Man wird aus diesen kurzen Inhaltsangaben leicht erkennen, dass auch das zweite Heft der „Meteorologischen Optik" die Erwartungen, die man bei einem so vorzüglichen Kenner dieser Disziplin, wie dem Verfasser, hegen durfte, völlig befriedigt hat.

Ambronn.

(Eingegangen 21. März 1904.)

A. Stentzel, Entstehung der Materie und der Nebularsysteme. 20 S. Hamburg 1901.

Wenn auf physikalischem oder chemischem Gebiete neue Entdeckungen gemacht werden, die kosmisches Interesse haben, die aber in ihren Einzelheiten häufig noch vieles scheinbar Widersprechende aufweisen, so finden sich meist leicht Personen, die allen naturwissenschaftlichen Dingen grosses Interesse entgegenbringen und sich in der Lage glauben, die verbindenden Brücken schlagen zu können. Meist sind das im wesentlichen Phantasiegebilde. Auch Verfasser glaubt den Werdegang des Universums gefunden zu haben und das den Titel schmückende Diagramm aufstellen zu sollen, welches besagt, dass — abgesehen von Einzelheiten und einigen nötig werdenden Neuformen, auf die ich aber nicht weiter eingehen will — der Verlauf vom 4. Aggregatzustand als den er den „Äther" ansieht, bis wieder zu diesem der folgende ist: Äther — Irreguläre Gasnebel — Reguläre Gasnebel — Nebelsterne — Fixsterne — Inkrustierte Weltkörper — Kometen und Meteoriten — Staub — Äther!

L. Ambronn.

(Eingegangen 21. März 1904.)

Hugo Müller, Das Arbeiten mit Rollfilms. (Enc. d. Phot. 43) 8°. 64 S. 47 Abb. Halle, W. Knapp, 1904. 1,50 M.

Seit Lockyer Spektralaufnahmen auf Rollfilms hergestellt hat, haben sich diese in der Wissenschaft Bürgerrecht erworben. Für viele Zwecke sind sie gewiss bequemer als Glasplatten, wenn wir auch bei auszumessenden Photogrammen ihre Anwendung nicht für tunlich halten. Müller behandelt mit der üblichen photographischen Breite die Geschichte der Films, die Filmapparate, die Momentverschlüsse, giebt Belichtungstabellen, und kommt endlich zur eingehenden Besprechung der Handgriffe beim Entwickeln und Fixieren, Trocknen. Man sieht, es steht manches im Buch, was mit dem eigentlichen Thema wenig zu thun hat, die Abbildung und Aufnahme von allerhand Apparaten haben wir stets beanstandet, weil das die Bücher zu Katalogen stempelt und Ungerechtigkeiten im Gefolge haben muss. Das Buch ist aber eine gute Anleitung.

E. Englisch.

(Eingegangen 23. März 1904.)

Marcel Brillouin, Propagation de l'électricité. Histoire et théorie. (Ausbreitung der Elektrizität. Geschichte und Theorie.) gr. 8. VI. u. 398 S. Paris, A. Hermann, 1904. Frs. 15.

Im ersten Abschnitt setzt der Verf. auseinander, in welcher Weise sich die Anschauungen über lineare stationäre Stromkreise historisch entwickelt haben. Besonders eingehende Besprechung finden die Arbeiten von Ohm und die wenig bekannten früheren von Cavendish.

Der zweite Abschnitt behandelt in seinem ersten Teil die Strömung in körperlichen Leitern, Richtung des Stromes, Definition und Berechnung des „Widerstands" in diesem Falle. Im zweiten Teil schliesst sich daran — nach einem einleitenden Kapitel über Besselsche Funktionen — eine Untersuchung über die Fortpflanzung elektrischer Störungen in Kabeln und zwar unter solchen Bedingungen, dass dabei das magnetische Feld des Stromes und seine Induktionswirkung eine wesentliche Rolle nicht spielt.

Der dritte Abschnitt bespricht die Gesetze der magnetischen Induktion, zuerst die experimentellen Grundlagen, hauptsächlich die Versuche von Lenz, dann die analytische Formulierung des Grundgesetzes und die Anwendung derselben auf einfache Fälle. Darauf folgt die Behandlung der Fortpflanzung elektromagnetischer Störungen längs Kabeln auf Grund des Kirchhoffschen Ansatzes, dessen Berechtigung und Folgerungen diskutiert werden.

Der ganze dritte Abschnitt steht noch auf dem Boden der Theorien vor Maxwell. Was

diese Theorien für das elektromagnetische Feld geben, wird am Anfang des vierten Abschnittes noch einmal zusammengefasst und dem die Maxwellsche Theorie gegenübergestellt. Als Anwendung der Maxwellschen Gleichungen wird das elektromagnetische Feld des Hertzschen Dipols berechnet unter denselben Voraussetzungen wie bei Hertz (ungedämpfte Schwingungen); die Gestalt des Feldes wird ausführlicher, als es bei Hertz schon geschehen ist, besprochen. Im Anschluss an die Untersuchungen von K. Pearson und A. Lee (Phil. Trans. **193**, 159, 1901) wird die Berechnung ausgedehnt auf den Fall von Schwingungen mit beträchtlicher Dämpfung.

Darauf folgt eine Untersuchung über die Schwingungen einer einzigen leitenden Kugel — Lodgescher Oszillator — und endlich eine sehr ausführliche Darstellung der Schwingungen eines Rotationsellipsoids. —

Das ganze Buch ist im wesentlichen die Wiedergabe von Vorlesungen, die der Verfasser am Collège de France in den Jahren 1901 und 1902 gehalten hat. Das Buch macht, wie der Verfasser am Anfang ausdrücklich bemerkt, nicht den Anspruch einer gleichmässigen Behandlung des ganzen Gebiets. Das gilt thatsächlich sowohl bezüglich der Wahl des Stoffs als der Art der Behandlung. Der Verfasser geht in beidem durchaus nach seinem Geschmack[1]) vor, ohne Rücksicht darauf, ob die von ihm gewählten Beispiele physikalisch besonders wichtig oder seine Darstellung gerade die einfachste ist. Das Buch ist deshalb, obwohl es überall klar geschrieben und sehr übersichtlich angeordnet ist, zur Einführung in das Gebiet wohl wenig geeignet. Auf der anderen Seite aber bietet es für denjenigen, der über das Gebiet schon im allgemeinen orientiert ist, eine sehr gute Ergänzung zu anderen Darstellungen, welche den ganzen Stoff möglichst gleichmässig auf Grund der Maxwellschen Theorie behandeln.

Der Verfasser beabsichtigt, als Fortsetzung dieses Buchs seine späteren Vorlesungen über Elektromagnetismus mit Einschluss der neuesten Theorien folgen zu lassen.

1) Die Art, wie Faraday besprochen wird, kann aber den Leser leicht zu einer unrichtigen Anschauung über denselben verleiten. Er wird nur an einer Stelle (S. 159) ausführlich erwähnt und zwar in folgender Weise: „Faraday a découvert en 1831 les lois qualitatives de l'induction; il a varié les circonstances de production des courants induits, mais n'a fait qu'un petit nombre de mesures d'ailleurs assez confuses; il ne parait avoir eu qu'une connaissance grossière des lois d'Ohm car . . . .

J. Zenneck.

(Eingegangen 1. April 1904.)

Ludw. Zehnder, Das Leben im Weltall. gr. 8. III u. 125 S. mit 1 Tafel. Tübingen, J. C. B. Mohr. 1904. M. 2,50.

Vorliegendes Buch ist eigentlich nur eine kurze Zusammenfassung zweier grösserer Werke desselben Verfassers, nämlich: „Die Mechanik des Weltalls" und „Die Entstehung des Lebens" 3 Bde. Trotzdem halte ich es wegen der verschiedenen Anregungen, die dem Leser in unserer Arbeit geboten werden, für durchaus zweckmässig, in Gestalt eines nochmaligen Referates das Büchlein zu empfehlen.

Verf. knüpft in seinen Ausführungen an die Atomtheorie an, welche den Atomen Masse und Volumen zugesteht. Es giebt deren Körperatome und viel kleinere, erstere umhüllende, Ätheratome. Alle Atome befinden sich in steter Bewegung, am stärksten beim gasförmigen, weniger stark beim flüssigen und am schwächsten beim festen Aggregatzustand. Die unregelmässige Bewegung der Körperatome bewirkt Wärme, die regelmässige Schall. Die unregelmässige Bewegung der Ätheratome bewirkt Elektrizität, die regelmässige Licht. Ausser dieser Bewegung der Körperatome als Ganzes kennt Verf. noch eine Eigenbewegung der Körperatome in ihren kleinsten Teilen, wo wieder unregelmässige Bewegung Elektrizität, regelmässige Licht erzeugt. Letztere Lichtausstrahlung ist stets vorhanden, nur meist unserm Auge nicht wahrnehmbar.

Treffen gleichschwingende Körperatome aufeinander, so bleiben sie aneinander haften, ungleichschwingende Atome stossen sich ab. Die Sucht zweier ähnlicher Schwingungen, sich auszugleichen (Assimilation), erhöht die Zahl der Anlagerungen. Anlagerungen chemisch gleicher Atome bilden homogene Molekeln, wie H_2 und O_2; Anlagerungen nur gleichschwingender Atome bilden inhomogene Molekeln wie H_2O. Mit Hilfe von Resonanz und Assimilation legen sich Molekeln aneinander zu Krystallen, wenn chemisch gleiche Molekeln stets gleiche Orientierung haben, zu amorphen chemisch reinen Substanzen, wenn die gleiche Orientierung fortfällt, und zu inhomogenen Substanzen, wenn nur die Schwingungen gleich sind.

Haben die Molekeln einen rechteckigen oder runden Querschnitt, so entstehen durch Assimilation Membranen, durch elektrische und magnetische Kräfte dazu Körper. Sind jedoch die Molekeln wie bei der organischen Substanz komplizierter gebaut, etwa mit trapezförmigem Querschnitt, so entstehen Röhrchen, Fistellen. Je nach der Gestalt der Molekeln zeigen die Fistellen die Gestalt eines Hohlcylinders, Hohlkegelstumpfes oder noch komplizierterer Gebilde.

Die Fistellen lagern sich wieder durch Assimilation zweidimensional und durch Hinzukommen von elektrischen und magnetischen

Kräften dreidimensional aneinander. Ist die Fistelle ein Hohlcylinder, so entsteht eine Membran. Ihre Quellbarkeit erklärt sich durch den Eintritt von etwas zu grossen Molekeln in die Hohlräume der schwingenden Fistellen. Die Summierung der Erscheinung macht die Quellung augenscheinlich. Durch Quellung nach 2 Dimensionen tritt Verkürzung der 3. Dimension ein, wir haben Kontraktion. Statt Membranen bilden die Hohlkegelstumpf-Fistellen Blasen, wieder andere Walzen, Fibrillen, Kegel u. s. w.

Aus den Grunderscheinungen Quellbarkeit und Kontraktion leitet der Verf. alle höheren Lebenserscheinungen als Bewegung, Ernährung, Fortpflanzung, Reagieren auf Reize ab. Zwei Prinzipe beherrschen die Entwicklung; einmal: Die Partien, welche mehr arbeiten, werden mehr ernährt (Arbeitsprinzip), und zweitens: Nur die Partien, welche zweckmässig arbeiten, werden erhalten (Selektionsprinzip). Die einzelnen Schritte der Entwicklung sind Verdauung, Wachstum, Exkretion, Ausbildung von Schutzorganen, Bewegung, Entstehung von Muskulatur, Innervierung. Damit setzt die seelische Thätigkeit fühlbar ein. Hier folgen die Schritte so aufeinander: „Reizempfang, Reizleitung, Handlung, Erfahrung und damit Bewusstsein." Verf. spricht sodann von Völkern und Staaten und hebt den Vorteil der Centralisation hervor, als einer Einrichtung, welche sehr schnell die Erfahrung einzelner zum Allgemeingut mache.

In dem letzten Abschnitt stellt dann der Verf. der Kant-Laplaceschen Nebularhypothese eine neuere Anschauung über die Entstehung der Welten gegenüber. Im unendlichen Raume sind eine sehr grosse, aber endliche Zahl von Meteoriten im sehr grossen aber endlichen Ätherball zerstreut. Die Gravitation lässt 2 Meteoriten in meist exzentrischem Stoss zusammenstossen. Es entsteht Wärme und Rotation. Meteorit ballt sich an Meteorit, es bilden sich Sonnen. Zwei Sonnen stürzen zusammen. Infolge der erzeugten unglaublich hohen Wärme vergast alles und dehnt sich mächtig aus. Die Planeten entstehen dann aus den etwas dichteren Stellen dieser Gaskugel, die durch weitere Abkühlung zu einer Art Meteoritenscheibe wird. Die Planeten zeigen alle die Rotation um die Centralsonne. Ihre eigene Rotation und Wärme erhalten sie durch Wiederholung des Schauspiels des exzentrischen Zusammenstosses. Es bilden sich Monde. Dann wirkt wieder die Abkühlung, das organische Leben erscheint. Dabei nähert sich der Planet der Sonne immer mehr; er stürzt schliesslich in die Sonne. Diese vermehrt dadurch wieder ihre Wärme. Schliesslich sind aber doch alle Planeten aufgesogen. Die Sonne strebt einer zweiten Sonne zu, und das Spiel wiederholt sich. Ein ewiger Kreislauf.

Soweit der Verfasser. Das anregend geschriebene Büchlein ist sehr zum Lesen zu empfehlen; es bietet eine Fülle von Stoff zum Weiterdenken. Doch ob die Zehndersche Hypothese mehr leisten wird als andere Konstruktionen über den Weltenbau und die Entstehung des Lebens, ist sehr zweifelhaft, besonders da alle Erwägungen rein auf Hypothesen gegründet sind, und, was an positiven Resultaten über das Wesen der organischen Substanz neuerdings durch die biologische Zellmechanik gewonnen ist, gar nicht berücksichtigt wird.

Interessant ist jedoch das Buch deshalb besonders, weil gegenüber den mancherlei mit metaphysischen Begriffen liebäugelnden Strömungen unter den modernen Naturforschern hier wieder einmal ein konsequenter Versuch vorliegt, das Leben rein aus mechanischen Erwägungen heraus zu erklären. H. Duncker.

(Eingegangen 2. Juni 1904.)

M. v. Rohr, Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten vom Standpunkt der geometrischen Optik. 1. Bd. der „Theorie der optischen Instrumente". gr. 8. XXII u. 587 S. mit 133 Fig. im Text. Berlin, Jul. Springer. 1904. M. 18,—.

Als die „Theorie der optischen Instrumente nach Abbe" von Czapski neu erscheinen sollte, entstand die Konzeption dieses Bandes, indem alles zum Begriff „geometrische Optik" Gehörige gesammelt, überarbeitet und ergänzt wurde, woran sich ausser dem Herausgeber fast sämtliche Mitarbeiter der Firma Zeiss beteiligten. Schon aus diesem Grund kann das Werk in seiner Art schwerlich noch überboten werden. Weitere Bände sollten die Mikroskoptheorie Abbes auf beugungstheoretischer Grundlage — welche bekanntlich noch nicht veröffentlicht ist — bringen bezw. auf die einzelnen Instrumente eingehen. Der Band bietet die umfassendste moderne Darstellung der geometrischen Optik. Der Eindruck von der Gesamtleistung, besonders der Neuzeit, ist überwältigend und der auf die Darstellung verwendete Fleiss staunenswert. Der Referent möchte hier bemerken, dass es auch eine trigonometrische Optik gibt — welche von der Anschauung ausgeht, dass die geometrischen Untersuchungen vielfach nur Annäherungen zu geben vermögen und die Konstruktion der optischen Instrumente sich wesentlich mit auf im Lauf der Zeit empirisch gefundene Gesichtspunkte stützen muss — und eine beugungstheoretische, für welche beide, Geometrie und Trigonometrie nur Mittel zum Zweck sind. Man darf sich demnach die Konstruktion der optischen Instrumente nicht etwa so vorstellen, als ob die

bewundernswerten Untersuchungen über die Komafehler 3. und 4. Ordnung bezw. die überaus komplizierten Endformeln auch wirklich rechnerisch ausgewertet werden müssten. Vielmehr werden diese „... Lehren ... zum näheren Verständnis der Wirkung (Analyse) und nur eventuell zur Konstruktion (Synthese) der optischen Instrumente" führen. Nun hat jeder Standpunkt seinen eigentümlichen Wert, weil man von ihm aus ein mehr oder minder weitreichendes Gebiet beherrschen kann, und kann man in geometrischer Beziehung dem vorliegenden Werke getrost die Palme zuerkennen. Von dem reich gegliederten Inhalt des Werkes im Rahmen eines Referates auch nur einen annähernden Begriff geben zu wollen, wäre unthunlich; ich werde mich beschränken, die einzelnen Kapitelüberschriften zu erwähnen, wobei mir gestattet sei, meiner Überzeugung nach einige Bemerkungen anzuknüpfen. Wenn das erste Kapitel von der „Berechtigung einer geometrischen Optik" überhaupt handelt, so suche ich diese freilich nicht in dem Umstand, dass: „... in den meist ziemlich subtilen Fällen ... der Interferenz und Beugung ... an den Grenzen von Büscheln ... die Menge des abweichenden Lichtes verschwindend" sei, denn die Erzeugung eines Bildpunkts ist eben ein solch subtiler Fall und dessen physische Helligkeit von grösster Wichtigkeit, vielmehr in dem, dass die geometrische Optik eben ein wichtiges Hilfsmittel ist, sei es für die trigonometrische Ausführung oder für die beugungstheoretische Untersuchung. Das 2. Kapitel bringt die Durchrechnungsformeln nach Seidel, Abbe, Kerber, Bruns, Wanach. Diese trigonometrische Behandlung geometrischer Verhältnisse darf man jedoch nicht etwa für die oben gekennzeichnete trigonometrische Optik halten. Diese — von alters her hauptsächlich vom Institut Steinheil gepflegt; vgl. Steinheil und Voit „Handbuch der angewandten Optik" — beruht vielmehr in dem aus bereits ausgeführten jahrzehntelangen mühsamen Berechnungen gewonnenen Schatz von Erfahrungen. Das 3. Kapitel bespricht die geometrische Theorie der optischen Abbildung nach E. Abbe, d. h. Grundgesetze und Grundbegriffe (Kardinalpunkte, Brennweite, Konvergenz u.s.w.), das 4. Kapitel behandelt die Realisierung der optischen Abbildung, welche jedoch nicht etwa von der Einrichtung optischer Instrumente, vielmehr von Theoremen über Brechung und Spiegelung an krummen Flächen redet. Das 5. Kapitel betrifft die Theorie der sphärischen Aberrationen, wobei hier auch Bildwölbung, Astigmatismus und Verzeichnung inbegriffen sind. Auch hier zeigt sich der Unterschied, dass nach der geometrischen Optik „die vom 1. Glied der sphärischen Aberration abhängige Verundeutlichung ... proportional der 3. Potenz der relativen Öffnung des Systems" ist, nach der Beugungstheorie der 4. Potenz der Öffnung direkt, der 3. Potenz der Bildweite verkehrt proportional ist. Auch hier wird „die Erfüllung der für kleine Öffnungswinkel spezialisierten Sinusbedingung gleichbedeutend ... mit der gleichzeitigen Annullierung aller drei für kleine Hauptstrahlneigungen spezialisierten Komaausdrücke" gefunden, während meiner Ansicht nach die Sinusbedingung ausdrückt, dass die Komabedingung für beliebige Blendenorte erfüllt sei. Das 6. Kapitel behandelt die Theorie der chromatischen Aberrationen, wobei ich S. 364 eine etwas weniger knappe Darstellung begrüsst hätte. Das 7. Kapitel erörtert die Berechnung optischer Systeme auf Grund der Theorie der Aberrationen. Das 8. Kapitel schildert uns die Prismen und die Prismensysteme; das 9. Kapitel behandelt die Strahlenbegrenzung in optischen Systemen. Das 10. Kapitel endlich schliesst mit der „Strahlenvermittelung durch optische Systeme, d. h. die Lehre von der Helligkeit der optischen Bilder."

(Eingegangen 7. April 1904.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Es habilitierte sich: Oberlehrer Dr. Petzold für naturwissenschaftliche Erkenntnistheorie an der technischen Hochschule zu Berlin.

Es wurden berufen: Oberingenieur Dr. W. Reichel auf den neuen Lehrstuhl für Elektrotechnik an der technischen Hochschule in Berlin. Prof. Dr. Jos. Wellstein als Extraordinarius für Mathematik nach Strassburg. Prof. Dr. L. Zehnder zum Leiter der neu errichteten physikalischen Übungsanstalt beim Reichspostamt in Berlin.

Es wurden ernannt: Privatdozent Prof. Dr. O. Stobbe-Leipzig zum etatsmässigen a. o. Professor daselbst. Privatdozent Dr. Klages, Abteilungsvorsteher am chemischen Institut zu Heidelberg zum a. o. Professor. Prof. Dr. Battermann-Berlin zum Leiter der Sternwarte in Königsberg. Der wissenschaftliche Mitarbeiter der Zeissschen optischen Werkstätte Prof. Dr. C. Pulfrich, zum Mitgliede der Pariser astronomischen Gesellschaft. Dr. Karl Scheel, technischer Hilfsarbeiter an der physikalisch-technischen Reichsanstalt, zum Mitgliede derselben und zum Professor.

Es treten in den Ruhestand: Geh. Rat Dr. F. Kohlrausch, Präsident der physikalisch-technischen Reichsanstalt. Geh. Rat Prof. Dr. O. E. Meyer, Direktor des physikalischen Institutes in Breslau. Prof. Dr. Karl Pape-Königsberg.

Es starben: Prof. der Mathematik Dr. W. Weiss an der deutschen technischen Hochschule in Prag. Prof. der Chemie Alexander Williamson, früher am University College zu London.

Gesuche.

Für das physikalische Institut der Technischen Hochschule in Darmstadt wird zu Anfang Oktober ein

Assistent

gesucht. Bewerbungen sind zu richten an Prof. Dr. **K. Schering, Darmstadt**, Hochschulstrasse 2.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.